DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Fünfter Jahrgang. **25. Mai 1917.** **Heft 21.**

Die Fiktion in der Mathematik und der Physik.

Von Dr. Aloys Müller, Röttgen bei Bonn.

Vaihinger hat in seinem bekannten Buche[1]) dem Begriff der Fiktion einen solchen Geltungsbereich gegeben, daß man sich unwillkürlich fragt, ob denn nicht dieser Bereich selber eine Fiktion sei, die *Vaihinger* macht, um bei Problemen, die er nicht lösen kann, so zu tun, als ob er sie gelöst habe. Wie manche *einfache* kühne Ideen (man denke an *Mach*), ist seine Auffassung auch in naturwissenschaftliche Kreise weiter vorgedrungen, als es der logische Sinn und Instinkt der Mathematiker und Naturwissenschaftler hätte zulassen dürfen. Die Gründe für diese Erscheinung wollen wir nicht weiter untersuchen. Aber eine eingehende sachliche Prüfung der Auffassung *Vaihingers* scheint endlich einmal gerade hier am Platze zu sein. Ich will deshalb im folgenden einige und wohl die hauptsächlichsten *Gesichtspunkte* angeben, die für die Prüfung der Geltung des Fiktionsbegriffs in der *Mathematik* und der *Physik* in Frage kommen.

Die breitere Grundlegung des Vaihingerschen Fiktionsbegriffes und seine Einstellung in die philosophischen Strömungen der Jetztzeit kann ich mir nach den sorgfältigen Ausführungen *Kronenbergs* in *dieser* Zeitschrift[2]) ersparen. Einige Bemerkungen über den Begriff selbst scheinen mir aber nicht nur der Vollständigkeit wegen nötig, sondern auch um zu zeigen, wie die Unklarheit bei *Vaihinger* schon in seinem Zentralgedanken wohnt; das wichtigste dieser Bedenken hat auch *Kronenberg* energisch betont[3]). Aber bei unserem eigentlichen Problem, das er übrigens am Schlusse nur streift, ist *Kronenberg* zu sehr von *Vaihinger* abhängig. Die Mathematik sieht er ganz mit dessen Augen an. Ich werde zeigen, wie falsch das ist, und werde in eingehender Darlegung die kurze Ablehnung *Studys* — *Vaihinger* müsse aus sehr trüben Quellen geschöpft haben, ganze Kapitel seines Buches seien mit Mißverständnissen angefüllt[4]) — begründen. *Vaihingers* Anwendung des Fiktionsbegriffes auf die Physik hält auch *Kronenberg* nicht für einwandfrei. Aber er kommt zu keiner klaren Scheidung. Die folgenden Überlegungen bieten eine solche an. Ob sie eines weiteren Ausbaues wert ist, muß die Erfahrung lehren.

1. Der Begriff der Fiktion bei Vaihinger.

Nach *Vaihinger* ist die Fiktion ein bewußt falsches Gebilde, das, ohne theoretischen Wert zu haben, seine Rechtfertigung ausschließlich seiner Unentbehrlichkeit für die praktische Berechnung der Wirklichkeit verdankt. Er sagt zwar ausdrücklich[1]), daß die Fiktionen „*logische* Gebilde" seien. Das hindert ihn nicht, anderswo zu erklären[2]), sie seien „*psychische* Gebilde"; in der Tat rechnet er auch „die ganze Vorstellungswelt" zu den Fiktionen[3]), und Vorstellungen sind bekanntlich psychische Gebilde. Man könnte nun begründete Bedenken dagegen erheben, daß psychische Gebilde wahr oder falsch genannt werden. Doch würde das nur eine rein definitorische Änderung nötig machen. Wir müssen diese und andere Unbestimmtheiten der Vaihingerschen Auffassung, die durch dieses Zusammenfassen heterogener Dinge unter *einen* Begriff entstehen, vorläufig als eine Tatsache hinnehmen. Wir werden später sehen, daß die Auffassung in Wirklichkeit selber eine „Fiktion" ist, d. h. ein Mittel, um so zu tun, als ob so ziemlich alles Fiktion sei.

Noch zwei Begriffe der Definition bedürfen der Aufklärung.

Zunächst der Begriff „falsch". Was *Vaihinger* damit meint, ist nicht gerade klar. Im ganzen treten drei verschiedene Ansichten auf. Selten[4]) klingt der alte Wahrheitsbegriff des Abbildens der Wirklichkeit an („dieses Urteil gibt nicht eine Wirklichkeit wieder"). An anderen und zwar den meisten Stellen[5]) wird diejenige Vorstellung als wahr bezeichnet, die uns erlaubt, „am besten die Objektivität zu berechnen und in ihr zu handeln". Fürs dritte ist ihm Falschheit identisch mit „Undenkbarkeit", „Widerspruch"[6]). Im Sinne des zweiten Wahrheitsbegriffes kann nun das Wort „falsch" der Definition nicht gemeint sein; denn die Fiktionen sind ja charakterisiert durch ihre praktische Unentbehrlichkeit. Es kann sich also nur um die beiden anderen Bedeutungen handeln. Auf Grund dieser Bedeutungen unterscheidet nun *Vaihinger* zwei Hauptklassen von Fiktionen: 1. die *Semifiktionen*, die „nur der gegebenen Wirklichkeit widersprechen,

[1]) *H. Vaihinger*, Die Philosophie des Als Ob [2]. Berlin 1913. Einige Unterstreichungen im Text der benutzten Zitate rühren von mir her.

[2]) *Diese* Zeitschrift 1915 S. 285 ff.

[3]) A. a. O. S. 305 f.

[4]) *E. Study*, Die realistische Weltansicht und die Lehre vom Raume, Braunschweig 1914, S. 53.

[1]) A. a. O. S. 94.

[2]) A. a. O. S. 174.

[3]) A. a. O. S. 216.

[4]) A. a. O. S. 608.

[5]) Z. B. S. 193.

[6]) A. a. O. S. 607.

resp. von ihr abweichen, ohne schon in sich selbst widerspruchsvoll zu sein", 2. die eigentlichen, *echten Fiktionen*, die „nicht nur der Wirklichkeit widersprechen, sondern auch in sich selbst widerspruchsvoll sind"[1]). Danach und nach gelegentlichen Äußerungen[2]) kennt *Vaihinger* eine doppelte Art von Wahrheit, die theoretische und die praktische Wahrheit, und sieht in ihnen voneinander unabhängige Eigenschaften: die Fiktionen sind theoretisch falsch und praktisch wahr. Wie er diese eigenartige Behandlung des Wortes und Begriffes „Wahrheit" mit seinem logischen Gewissen vereinigen kann, ist ein Rätsel, geht uns aber weiter nichts an.

Fürs zweite muß der Begriff „Wirklichkeit" erläutert werden. Auch hier sucht man vergebens nach einer klaren und eindeutigen Formulierung. Als „unmittelbare Wirklichkeit" wird[3]) das „Gegebene" bezeichnet, d. h. das der Psyche „dargebotene Material der Empfindungen". Aber durch unsere Empfindungen werden „reale Verhältnisse" „erfaßt". Was diese realen Verhältnisse sind, geht aus den Bemerkungen hervor: „Wirklich ist und bleibt nur die beobachtbare Unabänderlichkeit der Phänomene, ihrer Verhältnisse usw."[4]); „*real* ist nur das *beobachtete Unabänderliche*"[5]). Gelegentlich wird die Wirklichkeit auch mit der „Außenwelt" gleichgesetzt[6]). Wir werden also meistens nicht sehr fehlgreifen, wenn wir nach *Vaihinger* das als wirklich bezeichnen, was man nach dem mehr populären Sprachgebrauch reale Dinge und Verhältnisse nennt. Wollen wir die psychischen Vorgänge einbeziehen, so würde das Wirkliche in Vaihingerschem Sinne das Erfahrbare sein. Tatsächlich nennt er an verschiedenen Stellen[7]) als Charakteristikum der Semifiktion den „Widerspruch mit der *Erfahrung*". Allerdings sagt er an einer anderen Stelle[8]) wieder, das „wahre, nackte Sein", die „reine Erfahrung", sei jene Unabänderlichkeit der Phänomene, die „freilich die ganze Erfahrung in sich schließt". Im letzten Grunde könnte man also als das Wirkliche in seinem Sinne das Objektive ansprechen, das den Naturgesetzen zugrunde liegt, unter Natur den ganzen Bereich des Erfahrbaren verstanden. Wieder an einer anderen Stelle[9]) bringt er eine Art von genetischem oder relativem Gesichtspunkt hinein: „In bezug auf eine für Wirklichkeit angenommene Vorstellungsweise ist eine *andere* Vorstellungsweise fiktiv, während jene selbst dann in bezug auf eine andere auch wiederum für fiktiv erklärt werden muß. Es ist eben eine *stetig* und *allmählich ansteigende Verfälschung der Wirklichkeit* durch das Denken zu konstatieren, so, daß auf *einem* Punkte das Vorhergehende als *Wirklichkeit* gilt, während es doch selbst schon schließlich in Fiktionen wurzelt."

Man kann es nicht verstehen, daß *Vaihinger* einen für seine Fiktionstheorie so grundlegenden Begriff wie den der Wirklichkeit nicht schärfer umrissen hat. Glücklicherweise sind unsere folgenden Ausführungen davon unabhängig. Denn aus den für uns in Betracht kommenden Stellen läßt sich deutlich ersehen, was *Vaihinger* dort unter Wirklichkeit versteht.

2. *Die mathematischen Begriffe und die „Wirklichkeit".*

Die Mathematik ist nach *Vaihinger* ein Idealgebiet der Fiktionen, vor allem der *echten Fiktionen*. Wir fassen zunächst ihr Verhältnis zur „Wirklichkeit" ins Auge. Stereometrische und geometrische Gebilde, wie Kugel, Zylinder, Prisma, Fläche, Linie, Punkt usw., sollen mit der „Wirklichkeit" in Widerspruch stehen. Das wird z. B. bezüglich der Fläche so ausgeführt[1]): „Geschichtlich und psychogenetisch kommen natürlich nur wirkliche „Flächen", d. h. flache Umgrenzungen, in Betracht: Der Begriff der krummen Fläche entsteht erst später. Flache, also wirklich ebene Gebilde gibt es in der Natur, sowie schon durch primitives Eingreifen des Menschen sehr viele: Aber hier wird nun abstrahiert von demjenigen Material, das die Fläche bildet, die formale Beschaffenheit wird allein für sich genommen und von der Imagination verselbständigt. Auch hier ist es an sich ein Widerspruch, von einer Fläche als solcher zu sprechen." Oder auf folgende Weise[2]): „In Wirklichkeit kennen wir nur materielle körperliche Dinge, aus deren ausgedehnter Eigenart wir die drei Dimensionen abstrahiert haben. Das zwei-dimensionale Gebilde der Fläche und das ein-dimensionale Gebilde der Linie, das wir an diesen Körpern gelegentlich zu beobachten glauben, sind nur Abstraktionen, durch die Imagination verselbständigt, also Fiktionen, mit denen wir rechnen, *als ob* ihnen Wirklichkeiten entsprächen, notwendige Verstellungshilfen und Hilfsvorstellungen, die uns wohl im Denken unterstützen, die uns aber keinen realen Aufschluß gewähren können. Wir rechnen hier mit Undingen, statt mit Dingen, aber es sind nützliche und unentbehrliche Undinge. Wir aber halten diese Undinge für Dinge."

Der Geometer wird diese Auffassung seiner Wissenschaft für sehr primitiv halten. Er weiß zwar, daß die geometrischen Gebilde an der beobachteten Wirklichkeit, der sinnlichen Anschauung *entstanden* sind; sicherlich hätten sie ohne diese überhaupt nicht entstehen können, wenn sie auch vermutlich nicht ganz einer Art Abstraktion ihr Dasein verdanken. Aber das ist ein psychologisch-genetisches Problem, das den Mathematiker zwar

1) A. a. O. S. 24.
2) A. a. O. S. XI. 327.
3) A. a. O. S. 287.
4) A. a. O. S. 216.
5) A. a. O. S. 192.
6) A. a. O. S. 296.
7) Z. B. S. 152. 172.
8) A. a. O. S. 216.
9) A. a. O. S. 175 f.

1) A. a. O. S. 507.
2) A. a. O. S. 508.

interessiert, das aber nicht *sein* Problem ist. Vom logisch-mathematischen Standpunkte aus sind die geometrischen Gebilde von der Wirklichkeit im Vaihingerschen Sinne *gänzlich unabhängig*. Die *Grundgebilde* unter ihnen — Punkt, Gerade, Ebene — sind *gegeben*, und zwar dem Mathematiker in genau demselben Sinne gegeben, wie dem Physiker die Körper gegeben sind, mit denen er arbeitet. *Hilbert* hätte sein grundlegendes Buch[1]) nicht so zu beginnen brauchen: „Wir *denken* drei verschiedene Systeme von Dingen: Die Dinge des ersten Systems nennen wir Punkte ... ; die Dinge des zweiten Systems nennen wir Gerade ..., die Dinge des dritten Systems nennen wir Ebenen." Er konnte einfach sagen: Es *gibt* Punkte, Gerade, Ebenen. Die geometrischen Gebilde sind eindeutige, originelle Gebilde, die eine *Eigenwirklichkeit* besitzen. Man kann sie (und die Zahlen) mit *Külpe*[2]) zu der Klasse der *idealen Gegenstände* rechnen. Vom logisch-mathematischen Standpunkte aus haben sie gar keine Beziehung zur Wirklichkeit im populären Sinne. Sie können also auch *dieser* Wirklichkeit nicht widersprechen. Ob es eine Fläche in *dieser* Wirklichkeit gibt oder nicht, ist dem Mathematiker höchst gleichgültig; denn er befaßt sich mit *ihr* überhaupt nicht, sondern er arbeitet in dem eigenartigen, selbständigen Wirklichkeitsbereich der mathematischen Objekte. Wie unabhängig die Geometrie von der sinnlichen Anschauung, von der Vaihingerschen Wirklichkeit ist, ergibt sich indirekt daraus, daß sie sich aus beliebigen Gebilden als Grundgebilden aufbauen läßt, die nur dieselben gegenseitigen Beziehungen haben müssen wie Punkt, Gerade und Ebene der gewöhnlichen Geometrie. Nun ist die *Zahl* das einzige Gebilde, das am radikalsten von allen sinnlichen Eigenschaften abstrahiert. Für den Arithmetiker bin ich eine 1, so gut wie *Vaihinger* eine 1 und sein Buch eine 1 ist. So weist die erwähnte Tatsache auf die moderne analytische Grundlegung der Geometrie, die Arithmetisierung der Geometrie hin. Für sie *ist* der Punkt ein System von n geordneten Zahlen $x_1, x_2, x_3 \ldots, x_n$. Die Ebene *ist* der Inbegriff aller Punkte, die der Gleichung

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_n x_n + a_{n+1} = 0$$

genügen, wo die $a_1, a_2, \ldots, a_{n+1}$ numerische Koeffizienten sind, die nicht alle gleichzeitig Null werden dürfen. Der Raum *ist* ein n-dimensionales Zahlenkontinuum usw. In der Möglichkeit einer solchen Geometrie liegt die gründlichste Abwehr der Vaihingerschen Auffassung.

Auch die *Zahlen* enthalten nach *Vaihinger* einen Widerspruch gegen die „Wirklichkeit". „Wenn ich einen Haufen Steine zusammenfasse und zähle und diese Summe als Einheit betrachte und ihr etwa den Namen zehn gebe, so habe ich dazu im Äußeren eigentlich keine direkte Veranlassung. Und es ist eine Willkür, diese getrennte Steinmenge so zu betrachten, *als ob* sie Eines wäre, und diese Einheit sogar noch durch einen Namen zu hypostasieren. Auch das Zählen beruht also, wie wir sehen, auf einer Fiktion, wenn auch auf einer sehr unschuldigen: auf der Fiktion, das Getrennte so zu betrachten, *als ob* es Eins wäre. Darum sind auch alle *Zahlen* als Produkt dieses fiktiven Prozesses etwas *rein Fiktives*"[1]).

Dazu ist vielerlei zu bemerken. *Erstens* kann man es mit Recht bestreiten, daß der Steinhaufen keine Einheit[2]) sei. Sogar wenn die Steine nicht in einem Haufen, sondern regellos unter anderen zerstreut lägen, würde der Zweck, weshalb man sie zählt, sie zu einer Einheit *machen*. Wie sie physikalisch als eine Einheit *wirken* können, wenn sie z. B. zusammen in ein Gefäß getan und abgewogen werden, so kann auch mit ihnen als mit einer Einheit *gerechnet* werden. Die Einheit braucht nichts zu sein, was in der sinnlichen Anschauung gegeben ist. Ist denn die Einheit *überhaupt* etwas, was man mit den Augen sehen und mit den Händen greifen kann? Wenn *zweitens* die Zahlen Produkte des von *Vaihinger* genannten Prozesses sind, dann folgt daraus nicht, daß sie *rein* fiktiv sind, d. h. einen Widerspruch gegen die Wirklichkeit *und* einen Selbstwiderspruch einschließen; denn der Prozeß spricht nur von einem Widerspruch gegen die Wirklichkeit. Man könnte *drittens* mit dem gleichen Rechte bemerken, daß der Prozeß die Zahlen schon voraussetzt. *Viertens und hauptsächlich* hält die Vaihingersche Darstellung die Zahlen noch für Symbole wirklicher Dinge. Hier wie vorhin vermag *Vaihinger* zwischen der psychologischen und der logischen Frage nicht zu scheiden. An der Wirklichkeit in seinem Sinne wird sich der Zahlbegriff mitgebildet haben, aber logisch ist er davon unabhängig. Die Zahlen bilden ein Reich für sich, mit eigenem Wirklichkeitscharakter und eigenen Gesetzen.

Wir sprachen bis jetzt nur von den echten Fiktionen. *Vaihinger* kennt auch *Semifiktionen* in der Mathematik. Einiges davon wollen wir noch zur Erläuterung heranziehen.

Eine Semifiktion liegt nach ihm z. B. vor bei der *Lösung der Gleichungen 2. Grades*. Die Gleichung

$$x^2 + p x + q = 0$$

wird dadurch gelöst, daß auf beiden Seiten $\left(\frac{p}{2}\right)^2$ addiert wird, dadurch wird die linke Seite das vollständige Quadrat einer Summe. Hier haben wir nach *Vaihinger* „ein deutliches Bild der Semifiktion: hier wird die Wirklichkeit *verändert*"[3]).

Wir fragen: Was für eine „Wirklichkeit" ist

[1]) *D. Hilbert*, Grundlagen der Geometrie [2], Leipzig 1903, S. 2.

[2]) *O. Külpe*, Die Realisierung. I. Bd., Leipzig 1912, S. 13.

[1]) A. a. O. S. 569 f.

[2]) Einheit ist hier offensichtlich nicht im mathematischen Sinne verstanden.

[3]) A. a. O. S. 203.

es, die hier verändert wird? Offenbar die Form der Gleichung. Wir bemerken nun zunächst, daß *Vaihinger*, vermutlich auf Grund der früher angeführten Skala relativer Wirklichkeiten, den Begriff der Wirklichkeit hier in einem anderen Sinne nimmt als im allgemeinen sonst bei der Betrachtung der Mathematik. Trotzdem hilft ihm das nicht. Der Begriff der Semifiktion drückt, wie er an anderen Stellen deutlicher sagt, ein *Abweichen* von der „Wirklichkeit" aus. Liegt der Fall hier vor? Sicherlich nicht. Denn eine Gleichung als Identitätsurteil hat keine bestimmte Form als ihre wirkliche Form; sie kann unendlich viele verschiedene Formen annehmen, die *gleichwirklich* sind. Es liegt also gar keine Wirklichkeit vor, von der ein Abweichen möglich wäre, — mit Ausnahme natürlich *der* Wirklichkeit, die durch den Sinn der Gleichung gegeben ist. Würde man z. B. die Größe $\left(\frac{p}{2}\right)^2$ nur auf *einer* Seite addieren, dann würde man von der mathematischen Wirklichkeit abweichen und ihr widersprechen. Transformiert man aber richtig — und das setzt *Vaihinger* gewiß auch voraus —, dann geschieht nichts, was man als ein Abweichen von einer Wirklichkeit ansprechen könnte.

Alle *Hilfslinien* sind in *Vaihingers* Augen Fiktionen[1]). Besonders das „Cartesianische Koordinatensystem" hat es ihm angetan, das er eine „Hinzudichtung" nennt[2]) und von dem er sagt: „Und doch ist die Cartesianische Neuerung nur eine neue, auf der Ziehung von Hilfslinien beruhende Methode, um Inhalt, Umfang usw. der gesetzmäßigen, krummlinigen Figuren zu finden. Es zeigt sich das darin, daß am Schlusse beim *wirklichen Resultat* jene Hilfsgrößen herausfallen." Der Mathematiker wird sich einigermaßen über den Zweck der Koordinaten verwundern, über den *Vaihinger* ihn belehrt. Doch lassen wir das hier beiseite. Was man vielleicht in der Aussage *Vaihingers* über den Charakter der Koordinaten an Zutreffendem finden könnte, ist nach einem Ausdruck *Salmons*[3]) dies, daß die Koordinaten „dem Wesen der geometrischen Untersuchung ganz fremd" sind. Im übrigen sind, wie *Vaihinger* von Mathematikern hätte hören können[4]), die Hilfslinien keine Abweichung von *der* Wirklichkeit, in der der Mathematiker arbeitet. Nur in der sinnlich wahrnehmbaren Zeichnung bedeutet eine Hilfslinie ein *Hinzufügen* zu der Figur. In der mathematischen Wirklichkeit aber *existieren* die Hilfslinien in unendlicher Anzahl und besagt dieses Hinzufügen nur eine Auswahl der für den augenblicklichen Zweck passenden Linie.

Das *Messen* beruht nach *Vaihinger* auf einer Semifiktion: „Das Stetige wird ganz willkürlich so betrachtet, *als ob* es aus Teilen zusammengesetzt wäre[1]). Hier rührt *Vaihinger* an ein tiefes Problem der Mathematik, das aber schon vor mehr als 50 Jahren einen Ansatz zur Lösung gefunden hat. *Dedekind* entdeckte damals die stetige Zahlenmannigfaltigkeit. Von hier aus kann man nun auf zweifache Weise zu den stetigen Größen der Geometrie gelangen. *Entweder* zeigt die Dedekindsche Entdeckung, daß Stetiges und Diskretes keine Gegensätze sein *müssen*. Dann *wird* die stetige Größe beim Messen nicht geteilt, sondern sie *ist stets* auf unendlich vielfache Weise geteilt, und das Messen bedeutet lediglich das von der Maßeinheit bestimmte Aufsuchen von Teilen. Diese Auffassung scheint innerhalb des analytischen Aufbaues der Geometrie notwendig zu sein. *Oder* man legt der stetigen Zahlenmannigfaltigkeit ausschließlich einen arithmetischen Sinn bei und muß dann die eineindeutige Zuordnung der reellen Zahlen zu den Punkten der stetigen Größe aufstellen, wobei man *annimmt*, daß jeder irrationalen Zahl eine bestimmte Strecke entspricht. In keiner dieser beiden Auffassungen liegt etwas von der Vaihingerschen Konstruktion. Man kann sich nicht genug darüber wundern, daß *Vaihinger* diese Resultate der Mathematik gar nicht berücksichtigt hat.

Derjenige Fall, der äußerlich am deutlichsten eine Fiktion einzuschließen scheint, ist die oft benutzte Überlegung: Angenommen, der Satz sei unrichtig; dann ist dieses oder jenes der Fall, was der Voraussetzung widerspricht; also ist der Satz richtig. Aber wie so oft trügt auch hier der Schein. Bei dem *Forscher*, der die Richtigkeit des Satzes *noch nicht weiß* und auf diese Weise darüber zu entscheiden sucht, liegt keine Fiktion vor, sondern eine Art von mathematischem Gegenstück zur Verifikation einer Hypothese, wobei die Widerspruchslosigkeit die Rolle des Kriteriums übernimmt. Aber auch in der *Mitteilung* einer solchen Überlegung liegt keine Fiktion, sondern die Mitteilung (oder Darstellung in einem Lehrbuche) ist als Wiedergabe eines historischen Verlaufs anzusehen, als ein Nacherlebenlassen dessen, was der Forscher zuerst erlebt hat.

Aus unseren Darlegungen ergibt sich, daß der Grundfehler *Vaihingers*, der ihn zu seiner falschen Ansicht über die Beziehung der mathematischen Begriffe zur „Wirklichkeit" verleitet hat, in seiner primitiven und einseitigen Auffassung der Mathematik liegt. Für ihn ist die Mathematik *nur* ein Mittel zur Berechnung der „Wirklichkeit". „Die Mathematik ist die eigentlich genialste Methode selbst, um das Wirkliche zu berechnen"[2]). Nun ist gewiß die Mathematik aus dem praktischen Leben geboren. Sie bleibt für immer eines der gewaltigen Mittel, durch die der

[1]) A. a. O. S. 203, 568.
[2]) A. a. O. S. 567.
[3]) *Salmon-Fiedler*, Analytische Geometrie der Kegelschnitte 7. I. Bd., Leipzig 1907, S. 33.
[4]) Zum Beispiel von *O. Hölder*, Anschauung und Denken in der Geometrie. Leipzig 1900, S. 10.

[1]) A. a. O. S. 570.
[2]) A. a. O. S. 107.

Naturwissenschaft die Erkenntnis, der Technik die Beherrschung des Wirklichen möglich wird. Sie erhält auch, wie Antäus von der Mutter Erde, immer wieder neues Leben, neue Anregungen und Reize von der Praxis. Aber über die Stufe der Entwicklung, wo sie nur ein Rechenmittel war, ist sie eigentlich schon im Altertum hinausgewachsen. Jedenfalls hat sie in der neueren Zeit die Eigenwirklichkeit ihrer Gegenstände erkannt und dadurch die bewußte Selbständigkeit und Unabhängigkeit als Wissenschaft gewonnen. *Vaihinger kennt nur ihren Wirkungswert und übersieht ihren Eigenwert.* Daß übrigens dieser Fehler *Vaihingers* nur ein Ausläufer, ein Produkt, ein spezieller Fall einer allgemeineren Anschauung ist, hat schon *Study* an der früher zitierten Stelle bemerkt. *Vaihinger* ist Vertreter des kritischen Positivismus, der nichts als das Sinnlich-Wahrnehmbare kennt; „für ihn existieren nur die beobachteten Successionen und Koexistenzen der Phänomene"[1]). Alles übrige ist Fiktion. Der Positivist bemerkt nicht, wie er sich mit jedem Satze, den er aufstellt, sozusagen ins Gesicht schlägt. Denn es „existiert" doch wohl auch ein *Sinn* des Satzes (oder ist das vielleicht bei den Sätzen der Positivisten nicht der Fall?). Indes hat es keinen Zweck, tiefer auf das Philosophische einzugehen. Es geht uns ja nicht um die Philosophie und Metaphysik, sondern um die Wissenschaftstheorie der Mathematik und Physik.

Noch eine letzte Bemerkung. Auf dem Boden der richtigen Auffassung der Mathematik erhebt sich naturgemäß die Frage: Wie treten denn nun die mathematischen Begriffe zur beobachteten Wirklichkeit in Beziehung? wie ist ihre Anwendung auf diese Wirklichkeit möglich? Für *Vaihinger* folgt die Lösung dieses Problems aus dem Begriff der Fiktion; die logische Theorie, so meint er[2]), fordere, daß die Fiktion nur provisorisch sei, daß im Verlaufe des Denkens eine Korrektur eintreten müsse. Für den Mathematiker bedarf das Problem einer selbständigen Lösung, die hier nur des Abschlusses wegen für einige elementare Begriffe angedeutet sein mag. Gewisse mathematische Begriffe können auf die beobachtete Wirklichkeit Anwendung finden, weil ihre Gegenstände darin mit mehr oder weniger großer Annäherung realisiert sind oder realisiert werden können und weil die Mathematik die Möglichkeit bietet, den Grad dieser Annäherung zu bestimmen. Das damit das ganze Problem nicht einmal aufgerollt, noch weniger gelöst ist, ist dem Einsichtigen klar. Darauf tiefer einzugehen, gehört aber nicht mehr zu unserer Aufgabe.

3. *Die „Selbstwidersprüche" in den mathematischen Begriffen.*

Die Widerspruchslosigkeit der benutzten Begriffe festzustellen, ist die erste und notwendigste Aufgabe jeder wissenschaftlichen Betätigung. Gerade die Mathematik hat darauf besonders geachtet, weil sie es bei dem eigenartigen formalen Charakter ihrer Gegenstände am besten tun konnte und am meisten nötig hatte. Und daß sie dadurch in der Schärfe ihrer Begriffsbildungen vorbildlich geworden ist, hat noch kein Verständiger geleugnet. *Vaihinger* ist anderer Ansicht. Die Mathematik besteht nach ihm hauptsächlich in echten Fiktionen, also nicht nur in Abweichungen von der Erfahrung, sondern auch (worauf es uns jetzt ankommt) in Selbstwidersprüchen.

Sehen wir zu, wie er diese Behauptung beweist.

Von den *mathematischen Körpern* sagt er[1]): „Solche Formen ohne Inhalte sind an sich nichts, ja schlimmer als nichts, denn sie sind widerspruchsvolle Gebilde, ein Nichts, das doch noch als ein Etwas vorgestellt wird, ein Etwas, das schon in ein Nichts übergeht." Wir wollen nicht fragen, wie etwas „an sich nichts" sein kann, auch nicht, wie etwas „schlimmer als nichts" sein kann (als ob „nichts" *schlimm* sei!). Wir achten bloß auf die Art, wie *Vaihinger psychologische Metaphysik* treibt, wo es sich um *logische Inhalte* handelt.

Ähnlich ist der *Punkt* „eine in sich haltlose und widerspruchsvolle Idee, ein trotz seines Minimums monströser Begriff eines Etwas, das schon ein Nichts ist, eines Nichts, das doch noch ein Etwas sein soll"[2]). Es ist unverständlich, wie die „Monströsität" eines Begriffes von der Größe eines Vorstellungsgegenstandes abhängen kann. Wir notieren nur dieselbe Verwechselung wie vorhin.

Ich bin nicht ganz klar, ob *Vaihinger* in dem Begriffe des *n-dimensionalen Raumes*[3]) auch einen logischen Widerspruch oder nur einen Widerspruch mit dem 3-dimensionalen Raum, „den man vor sich hat", finden will. Dagegen scheint er[4]) den *Determinantenbegriff* als echte Fiktion anzusehen. Worin die ev. logischen Widersprüche liegen sollen, wird in beiden Fällen verschwiegen.

Die Begriffe der *negativen Zahlen, der Brüche, der irrationalen und der imaginären Zahlen* sollen „klaffende Widersprüche" enthalten[5]). „Das Grundprinzip ist eben auch hier eine unberechtigte Anwendung und Übertragung einer logischen Methode auf Fälle, die streng genommen nicht darunter zu subsummieren sind, oder die Betrachtung solcher Gebilde als Zahlen, welche gar keine rechten Zahlen sind. *Negative* Zahlen sind ein Selbstwiderspruch, wie alle Mathematiker zugeben; es ist eine Ausdehnung der *Subtraktion* über das Maß der *logischen* Anwendungsmöglichkeit derselben hinaus: die *Bruchzahlen* sind das Produkt derselben Methode bei der Division und die irra-

[1]) A. a. O. S. 115.
[2]) A. a. O. S. 173.

[1]) A. a. O. S. 506.
[2]) A. a. O. S. 507.
[3]) A. a. O. S. 76 f.
[4]) A. a. O. S. 261.
[5]) A. a. O. S. 81.

tionalen Zahlen bei der Radizierung; das monströseste Zahlgebilde dagegen sind die *imaginären* Zahlen, denen die Konstruktion durch *Gauß, Drobisch* u. a. nichts von ihrer fiktiven und widerspruchsvollen Natur genommen hat."

Das Geheimnis dieser Kritik *Vaihingers* liegt in dem Ausdruck „Zahlen, welche gar keine *rechten* Zahlen sind". „Rechte Zahlen" sind ihm nur die positiven Zahlen als Symbole für *Dinge* seiner „Wirklichkeit". Er sieht nicht, daß diese Auffassung innerhalb des Bereiches der positiven Zahlen schon undurchführbar ist. Wie kann er z. B. $2 \times 3 = 6$ oder $2 - 2 = 0$ rechnen, wenn die Zahlen immer Dinge symbolisieren? Ist also das Prinzip der Dingsymbolisierung schon tatsächlich durchbrochen, so wird es in sich hinfällig, wenn man sich überlegt, daß es doch nur auf einer Verwechselung der empirisch-psychologischen Entstehung mit dem logischen Inhalt des Zahlbegriffes beruht. Sieht man das ein, so ist damit die Möglichkeit einer beliebigen rechtmäßigen Erweiterung des Zahlbegriffes gegeben. Wie die moderne Mathematik den Zahlbegriff grundgelegt, wie sie die Erweiterung mit Hilfe des Permanenzprinzips, der Schnitte, des Grenzwertes usw. vorgenommen hat, kümmert *Vaihinger* gar nicht. Er benützt den primitiven Zahlbegriff der Volksschule, findet dann selbstverständlich Widersprüche und scheut sich auch nicht, gelegentlich die Fiktion zu machen, „wie alle Mathematiker zugeben". Man kann immer wieder dasselbe wiederholen: Es ist unbegreiflich, wie jemand heute über den Zahlbegriff etwas veröffentlichen kann, ohne die Riesenarbeit zu kennen oder zu würdigen, die die Mathematik ihm gewidmet hat.

Die meisten Schmerzen macht *Vaihinger* das Problem des *Unendlichen*, vor allem das des *Unendlich-Kleinen*. Den Sinn des *Differentialquotienten* glaubt er durch die folgende Überlegung[1]) darzustellen. Läßt man in

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = p\,\Delta x + n\,\Delta x^2 + \ldots$$

Δx und Δy verschwinden, so erhält man „eigentlich" den Wert $\frac{0}{0} = p$. „Allein $\frac{0}{0}$ ist ein vollständig sinnloser Ausdruck; $\frac{0}{0}$ *kann jede beliebige Zahl sein, jeder Wert* ist $\frac{0}{0}$ d. h. kann unter Umständen herauskommen. Streng genommen müßte einfach gesagt werden, wenn Δx und Δy zu 0 abnehmen, so bleibt eben auch nichts. Zunächst gelten Δx und Δy als wirkliche Werte. Sobald gesagt wird, sie sind gleich Null, so hat die ganze Rechnung absolut keinen Sinn mehr, da 0 ja eben kein Wert ist."

„Auf der anderen Seite: Läßt man Δx und Δy nicht bis zu 0 abnehmen, so hat man kein Recht, die anderen Glieder verschwinden zu lassen. Haben Δx und Δy also noch einen endlichen Wert, so bleiben diese Glieder."

„Aus diesem schlimmen Dilemma hilft nun die noch verzweifeltere Annahme heraus, Δx und Δy seien — *Grenzen* oder *unendlich kleine Werte*. In diesem Fall haben wir *einerseits* das Recht, den Wert p beizubehalten, und *andererseits* die übrigen Glieder wegfallen zu lassen."

Was soll der Mathematiker *dazu* sagen?

Wenn Δx und Δy verschwinden, so darf man durchaus nicht $\lim \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{0}{0}$ setzen. Denn es handelt sich nicht um das Verhältnis des Grenzwertes von Δy zu dem Grenzwert von Δx, sondern um den Grenzwert des Verhältnisses $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ und der ist ganz bestimmt, nämlich $= p$. Die Rechnung hat also einen guten Sinn, denn $\lim \frac{\Delta y}{\Delta x}$ ist die Richtung der Kurve. Aber selbst wenn wir die Bildung $\frac{0}{0}$ zuließen, dann wäre ihr Wert eben in *diesem* Falle bestimmt. Eine kaum glaubliche Verwirrung steckt in der Aussage, „Δx und Δy seien Grenzen oder unendlich kleine Werte". Etwas vernünftiger wird sie, wenn man annimmt, daß sie sich nicht auf Δx und Δy, sondern auf $\lim \frac{\Delta y}{\Delta x}$ bezieht. Aber die größte Unvernunft des „oder" bleibt bestehen. Es ist nun unmöglich, hier in ihrem ganzen Umfang die strenge Ableitung zu wiederholen, die die Mathematik heute dem Differentialquotienten geben kann. Daß der Grenzbegriff dazu gehört, weiß *Vaihinger* auch[1]). Was er damit meint, kann man vielleicht nach dem Vorstehenden ahnen. Er lehnt seine Benutzung ab, weil „die Vorstellung der *Grenze* genau dieselben Widersprüche in sich birgt, wie die Vorstellung des Unendlich-Kleinen, nur versteckter und weniger konkret. Der abstrakte, reine Begriff des Unendlich-Kleinen zeigt jene Widersprüche offen und unmittelbar, welche auch schon im Begriff der Grenze enthalten sind, wie unsere oben S. 506 ff. gegebene Analyse zeigt"[2]). Schon diese Ausführung weist die Verwechselung von Vorstellung und Begriff auf. Schlägt man die vermerkte Analyse nach, so findet man nichts als die immer sich wiederholende Behauptung, die Grenzgebilde seien „ein Nichts, das doch noch als ein Etwas vorgestellt wird, ein Etwas, das schon in ein Nichts übergeht", — also dieselbe Verwechselung. *Vaihinger* kennt in seinem Buche den Grenzbegriff der Mathematik überhaupt nicht, ebensowenig den heutigen Stand der Einsicht in das Problem des Unendlich-Kleinen. So kehren denn in seiner Kritik alle die alten irrtümlichen Auffassungen und Einwände wieder, die man bei früheren Generationen verstehen und entschuldigen kann, heute aber nicht mehr.

An einer anderen Stelle ringt er äußerlich

[1]) A. a. O. S. 550 f.

[1]) A. a. O. S. 553.
[2]) A. a. O. S. 553.

ganz im Zenoschen Sinne mit dem Problem des *Unendlich-Kleinen*. Läßt man die Entfernung m der Brennpunkte einer Ellipse stetig abnehmen, so wird aus der Ellipse im Falle $m = 0$ ein Kreis. Dazu bemerkt *Vaihinger*[1]): „Ich kann in beliebigen Intervallen m steigern oder vermindern, die Ellipse bleibt ewig eine Ellipse; solange m noch einen endlichen Wert besitzt, bleibe ich in derselben Art. Lasse ich es weg, so gelange ich in fremdes Gebiet. Somit gibt es keinen stetigen Übergang von der Ellipse zum Kreis. Der Fortschritt von Ellipse zum Kreis ist schlechterdings diskontinuierlich. So sehr ich auch die Ellipse quantitativ variiere, eine Änderung der Eigenschaften, d. h. also der Art, führe ich dadurch nimmermehr herbei. Ellipse und Kreis hängen nicht ohne Unterbrechung zusammen. Es ist eine Kluft da, über welche keine Brücke führt. Zwischen Verkleinerung und gänzlichem Verschwinden, zwischen Etwas und Nichts gibt es keine Vermittelung."

Wer denkt, wenn er das liest, nicht an den fliegenden Pfeil, der ruht, oder auch an Achilles und die Schildkröte? Das Problem *Vaihingers* ist offensichtlich dasselbe wie das des Überganges von Bewegung in Ruhe (auf das gleiche Koordinatensystem bezogen). Nun wende man *mutatis mutandis Vaihingers* Worte einmal auf einen in den Bahnhof einfahrenden Eisenbahnzug an, wobei m die Geschwindigkeit bedeutet: „Ich kann in beliebigen Intervallen m steigern oder verringern, der fahrende Zug bleibt ewig der fahrende Zug; solange m noch einen endlichen Wert besitzt, bleibe ich in derselben Art. Lasse ich es weg, so gelange ich in ein fremdes Gebiet. Somit gibt es keinen stetigen Übergang von der Fahrt zur Ruhe des Zuges. Der Fortschritt von dem bewegten zum ruhenden Zug ist schlechterdings diskontinuierlich. So sehr ich auch die Geschwindigkeit quantitativ variiere, eine Änderung der Eigenschaften, d. h. also der Art, führe ich dadurch nimmermehr herbei, der bewegte und der ruhende Zug hängen nicht ohne Unterbrechung zusammen. Es ist eine Kluft da, über welche keine Brücke führt." Nach *Vaihinger* würde also der Zug vermutlich nicht anhalten können, ebensowenig wie ein ruhender Zug sich in Bewegung zu setzen vermöchte. Der Grund für dieses kuriose Ergebnis liegt nicht tief, er liegt nämlich nur in der Metaphysik des „Etwas" und des „Nichts".

In demselben Zusammenhang ist *Vaihinger* der Meinung, der *Kreis* sei für die Mathematiker *ein regelmäßiges Vieleck mit unendlich vielen Seiten*, und daraus gewinne man die Inhalts- und Umfangsformel[2]). Das kommt ja wohl gelegentlich noch in Schulbüchern vor, aber jeder Mathematiker weiß, was er davon zu halten hat. Es ist nur eine besser zu vermeidende sprachliche Abkürzung für das Verfahren, den Kreis zwischen zwei Vielecken mit immer größer werdender Seitenzahl einzuschließen (die übrigens nicht regelmäßig zu sein brauchen).

Daß für *Vaihinger* „der Begriff der *vollendeten Unendlichkeit* ein Unbegriff ist"[1]), ist nach dem Bisherigen klar. Von den Begriffsbildungen der Mengenlehre weiß *Vaihinger* in seinem Werke nichts. —

Ich denke, diese Beispiele genügen, um zu zeigen: Die Selbstwidersprüche, die *Vaihinger* in den mathematischen Begriffen findet, werden entweder bloß behauptet oder entspringen einer seltsamen Metaphysik oder beruhen auf Unkenntnis des heutigen mathematischen Wissens. Daß in der mathematischen Begriffsbildung Unklarheiten, sogar Widersprüche auftreten können, wird damit gar nicht geleugnet. Sie gehören zum Wesen jeder Forschung als eines Erarbeitens. Aber sie werden nicht als der Stein der Weisen angesehen, sondern als Schädlinge, die ausgerottet werden müssen.

(Schluß folgt.)

[1]) A. a. O. S. 513.
[2]) A. a. O. S. 520.

[1]) A. a. O. S. 530.

Die Rasputiza.

Von Dr. B. Brandt, Belzig i. Mark.

Der strenge Winter in Rußland gilt als „Rußlands bester Wegebaumeister". Der aus dieser sprichwörtlichen Redensart zu folgernde mangelhafte Zustand der Wege ist am fühlbarsten in der mit der Schneeschmelze einsetzenden Zeit. Er hat Napoleon zu dem Ausspruche veranlaßt: „qu'il avait trouvé en Pologne un cinquième élément, qui était la boue". Auch wir haben im russischen Feldzuge nun schon dreimal ähnliche Erfahrungen machen müssen und haben angesichts des ungeheuren Morastes im Ausgang des Winters an ein neues Element oder an einen bisher ungekannten Aggregatzustand gedacht. Der Russe wundert sich weniger darüber, ihm gilt die Unwegsamkeit des Geländes nach der Winterszeit als eine gesetzmäßig alljährlich wiederkehrende Naturerscheinung, die er als *Rasputiza* oder die Zeit der Wegelosigkeit bezeichnet und auf die er sich eben einrichtet.

Wie ist die Rasputiza im einzelnen beschaffen, wie verläuft sie und warum ist sie ein bei uns unbekannter, für Rußland aber charakteristischer Zustand?

I. Ein richtiger russischer Winter dauert schon im westlichen Rußland ein volles Halbjahr. Bereits im Oktober fällt der erste Schnee und erst im April verliert die Schneedecke ihren Zusammenhang. Mehrere Monate lang steigt das Thermometer nicht über 0°. Der gefallene Schnee erfährt also keine Minderung durch Abtauen, sondern wird zu großer Mächtigkeit angereichert. Um die Frühjahrstagundnachtgleiche verliert die Oberfläche der Schneedecke in den

frühen Nachmittagsstunden vorübergehend ihre Festigkeit, gefriert aber dann wieder. Durch das täglich zunehmende Auftauen und Wiedergefrieren verwandelt sie sich in eine harte, firnartige, leicht brüchige Kruste. Eindringende Schmelzwässer zermürben ihre Unterlage, unterminieren sie und bringen sie hier und da zum Einsturz; Karstgewässern gleich sammeln sie sich in verborgenen Rinnsalen und schwellen zu rasch strömenden Wasserläufen an, bis sie irgendwo zutage treten. Alle Täler, Schluchten, Runsen und Hohlwege füllen sich nun mit braunen Gießbächen, abschüssige Straßen werden zu Bachbetten. An den Endzweigen der Trockentäler werden neue tiefe und lange Schluchten eingerissen, die kahlen Wände werden durch Runsen gefurcht und brechen unterspült ab, Bäume der Hochflächenwälder mit sich reißend. Die Talsysteme erweitern sich und greifen immer mehr in die Hochfläche ein. Die abgeschwemmten Sande und Kiese werden deltaartig auf halbem Wege abgelagert und vom anschwellenden Wildwasser aufs neue zerschnitten oder bis in die Niederung befördert, deren fruchtbaren Humusboden sie mit steriler Decke verhüllen.

Unter Entfaltung mächtiger Erosionswirkungen und Zerstörungen von Straßendämmen und Holzbrücken eilen die Schmelzwasser abwärts und verwandeln die Talauen und die Sümpfe, Moorbecken und Altwässer in den Niederungen in weite Wasserflächen. Die Schollen des Flußeises werden gehoben, durch Strömung und Wind zusammengetrieben und fern vom Fluß auf der Talaue abgesetzt. Gelegentlich sperren sie als Barre eine unter Wasser gesetzte Straße.

Alle diese Erscheinungen — Verwüstungen durch die Erosion und Überschwemmung — bilden erst die Einleitung zur eigentlichen Rasputiza. Denn trotz aller Erschwerungen sind die Wege noch gefroren und fest und für die dem Hochwasser angepaßten hochrädrigen, kahnartig gebauten, mit wasserdichtem Stoffe ausgeschlagenen Fuhrwerke noch brauchbar.

II. Schon während der Abräumung der Schneemassen beginnt der Boden zu tauen. An kahlen Hängen hatte der Frost überall die Steinchen des Geschiebemergels zu feinen Spitzen emporgehoben und der Oberfläche eine rauhe, an ein Madreporenriff erinnernde Beschaffenheit gegeben. Mit dem ersten Tauen fallen diese Spitzchen ab, es bleiben nur rundliche Unebenheiten und flache Grübchen zurück; die Wand gleicht nunmehr der genarbten Kruste eines Sträuselkuchens. Austretendes Bodenwasser erweicht diese Kruste, die Höcker quellen auf, beginnen träge zu fließer und verwandeln sich in kleine abwärtsstrebende Wülstchen. Die Narbung verstreicht und macht einer Zeichnung Platz, die der Oberfläche eines Krimmerpelzes ähnelt. Häufig lösen sich kleine Geschiebe und rollen klirrend hangab; bald bricht eine vom Froste gelockerte Platte mit Getöse ab, bald rutschen zerbrechende Schollen der Unterstützung beraubten Erdreiches nach; hier reißt das Wasser feine Furchen und baut Deltamodelle auf, dort tropft es beständig und bildet aus mitgeführtem Löß Miniaturstalaktiten. Fließerdemassen vereinigen sich zu zähen Strömchen, die unter Runzelung ihrer Oberfläche mit wulstigen Rändern und einer Stirnanschwellung gleich Lavaströmen in unmerklichem Vorrücken den Fuß des Hanges erreichen. Mitunter ist ihre Bewegung sichtbar. Man erkennt dann deutlich, daß die Masse nicht einfach abwärts gleitet oder von nachrückender Fließerde weitergeschoben wird, sondern daß sie sich rollend bewegt, daß der gleiche Teil bald die Oberfläche, bald die Basis des Stromes bildet und daß wahrscheinlich Material aus der Gleitbahn mit aufgenommen wird. Je tiefer der Boden auftaut, um so größere Erdmassen werden durchtränkt und beginnen, soweit eine geneigte Bahn vorhanden ist, zu fließen. An stark tonigen Hängen bedecken viele Meter lange vorhangartige Fließdecken die Schnee- und Eisreste der Böschung und stauen sich unten in runzeligen Wülsten an. In abschüssigen Bodenfurchen fließen Ströme durchtränkten Bodens von großem Umfange mit sichtbarer Geschwindigkeit hinab. Ihre Länge beträgt viele Meter, ihre Breite wechselt, doch sind sie stets langgestreckt. Die Oberfläche ist leicht gewölbt und fällt von der knapp fußhohen Mitte nach den Seitenrändern ab. Die Masse ist ein schichtungsloses Gemenge von feuchtem Lehm und Geschieben verschiedenster Größe, manchmal die einer Faust überschreitend. Die Geschwindigkeit des Fließens schwankt mit dem Gefäll und je nach dem Tongehalte. Sehr tonige Ströme, die mit Querrissen an Gefällsbrüchen und mit ihrer breiten gelappten Zunge an Gletscher erinnern, legen 10 cm in 20 bis 30 Sekunden zurück. Sand- und geschiebereichere Ströme fließen schneller und brauchen für die gleiche Strecke nur 1 Sekunde. Größere Steine werden ruckweise abwärtsgeschoben, wobei sie sich mit Geräusch aneinander reiben. Oft bleiben sie liegen und rufen eine vorübergehende Stauung des Stromes hervor. Über die Oberfläche des Stromes und an den Seiten rinnen Wasserfäden abwärts und schaffen rasch vergängliche Erosionsfurchen.

Überall fließen Wasser und Boden nach dem tiefer liegenden Gelände hin und sammeln sich im Laufe von Tagen hier zu einem tiefen breiigen Moraste an. Sind die Straßen schon auf dem durchweichten Boden ebenen Geländes schwer passierbar, so steigert sich in den Niederungen ihre Beschaffenheit nahezu zur Unwegsamkeit. Die Wagen bleiben im Schlamme stecken, und tiefeingesunkene Pferde sind bisweilen nicht mehr zu retten. Mancher Ort ist um diese Zeit für eine Weile völlig abgeschnitten. Die Rasputiza hat ihren Höhepunkt erreicht.

III. Die Hochflächen des westrussischen Landrückens sind über große Strecken hin folgen-

dermaßen aufgebaut: Auf unteren Geschiebemergel sind mächtige Sande gelagert, dann folgt wieder Geschiebemergel, der zutage ausgeht oder von Sanden geringerer Mächtigkeit bedeckt ist. In den unteren Sanden liegt im Niveau der Täler der dauernde Grundwasserspiegel, während der obere Geschiebemergel die Ansammlung eines höheren, schwächeren, mit den Niederschlägen schwankenden Grundwasserstockwerks verursacht.

Mit dem Schwinden der Schneedecke versiegen die zahlreichen Wildbäche, die Schluchten werden wieder trocken und bleiben bis zum nächsten Jahre unverändert, die überschwemmten Niederungen erhalten keine Speisung mehr. Nach völligem Tauen des Bodeneises schwindet auch die Quelle der übermäßigen Bodendurchtränkung. Die Feuchtigkeit verdunstet in den oberen Schichten, der Rest speist den höheren Grundwasserhorizont und folgt seinem Strome nach den sumpfigen Rändern der Hochfläche und nach den Talhängen. Während also die ebenen Flächen sehr rasch abtrocknen, bleiben die Gehänge noch längere Zeit durchfeuchtet. Bei den der Sonne ausgesetzten Südhängen überwiegt die Verdunstung rasch die immer mehr abnehmende Wasserzufuhr, die Fließvorgänge erstarren daher bald nach dem Ende des Bodenfrostes. Dagegen sind solche Bodenbewegungen an den Nordhängen, wo überdies der Schnee erst spät schmilzt, noch lange Zeit zu beobachten. Die flachen Nischen, die hier durch Wegfließen des Bodens unter den Schneeresten entstehen und die das Gehänge allein gliedern, stehen in merkwürdigem Gegensatze zu den vorwiegend durch Erosionsschluchten der Schmelzwässer reich gegliederten Südhängen.

In den Talauen bleiben größere Reste der Überschwemmungswässer noch bis in den Ma hinein stehen. Die lange Wasserbedeckung ver zögert hier das Tauen des Bodens, die Niederun gen bleiben daher sehr lange naß. Ihr Landschaftsbild ist einem beständigen Wechsel unterworfen. Erst gleichen sie einer großen zusammenhängenden Seefläche, dann verwandeln sie sich in ein vielgestaltiges, von Weihern und geschlängelten Gerinnen durchzogenes Gelände, das einer reichen Wasservogelwelt als Brutstätte dient, hierauf verschwinden die stehenden Gewässer, an ihre Stelle tritt ein schwer gangbarer Sumpf. Endlich wird der Boden fest; wo erst Sumpf war, wirbelt jetzt der Wind die pulverige Moorerde in schwarzen Staubwolken auf. Dies tritt etwa im Juni ein, und damit erst klingen die letzten Spuren der Rasputiza aus.

Die Rasputiza in weiterem, nicht nur an ihr gröbstes Symptom, den Morast anknüpfendem Sinne ist eine rund ein Vierteljahr ausgedehnte Periode gesteigerten Wasserreichtums. Ihre Hauptmerkmale sind: stärkste Erosion, langdauernde Überschwemmung, Bodenbewegungen durch Erdfließen. Die Dauerformen der Erosion sind die zahlreichen tiefen und wilden Schluchten, die für den westrussischen Landrücken so charakteristisch, im norddeutschen Flachlande dagegen selten sind („Rummeln" des Fläming). Die Überschwemmung unterscheidet sich von der bei uns im Frühjahr eintretenden durch Ausdehnung und Dauer. Während sie dort rasch vorübergeht, gibt sie der russischen Niederungslandschaft mehrere Monate lang ein eigenartiges Gepräge. Das Erdfließen ist zwar bei uns auch zu beobachten, doch immer nur in geringer Ausdehnung und niemals in so hohen Beträgen. (Hierbei ist allerdings in Anschlag zu bringen, daß im westrussischen Landrücken die Höhenunterschiede verhältnismäßig groß und vegetationsfreie Bodenflächen in den Hängen der Schluchten sehr ausgedehnt sind.) Schneedecke und Bodeneis, die Ursachen der Rasputiza, erreichen in Rußland so hohe Beträge, weil der Winter lang ist und weil wegen der tiefen mittleren Temperaturen alle Niederschläge als Schnee fallen und Tauwetter nicht eintritt. Im mittleren und westlichen Norddeutschland, wo die mittlere Temperatur des kältesten Monats wenig unter 0° heruntersinkt, sind in durchschnittlichen Wintern gelegentliche Regenfälle und Tauperioden keine Seltenheit. Die am Ende des Winters vorhandene Schneemenge ist folglich im Vergleiche zu Rußland gering. Daher sind die Wirkungen der Schneeschmelze und des tauenden Bodeneises nicht so beträchtlich. Die Rasputiza ist eine Erscheinung des kontinentalen und gleichzeitig niederschlagsreichen Klimas. Auch in den Grenzgebieten der osteuropäischen Ländermasse, in Litauen, Polen und Ostpreußen kennt man sie noch. Unter dem Übergangsklima Norddeutschlands sind zwar ihre Merkmale angedeutet, im ganzen aber ist die Erscheinung nicht mehr so auffällig und einschneidend, daß ein dem russischen entsprechender Ausdruck geprägt worden wäre.

Deutsche ornithologische Gesellschaft.

In der Sitzung im Architektenvereinshaus zu Berlin am 2. April d. J. legte Geheimrat *Reichenow* **Bälge neuer geographischer Formen aus Afrika** vor, darunter eine Olivendrossel aus dem Pondoland, die sich durch dunklere und lebhaftere Färbung von der typischen Form Turdus olivaceus L. unterscheidet und von Geheimrat *Reichenow* Turdus olivaceus pondoensis benannt worden ist. — Frau Dr. *Heinroth* hielt einen Vortrag über ihre Erfahrungen in der **Biologie und Technik bei der Aufzucht junger Vögel.** Die Vortragende, die seit einer Reihe von Jahren die Studien ihres Gemahls über die Entwicklung junger Vögel durch Aufzucht zahlreicher Nestvögel unterstützt, machte überaus interessante und anregende Mitteilungen aus dem reichen Schatz ihrer Erfahrungen, die sie bei der mühevollen Arbeit der Aufzucht gesammelt hat. Sie wies darauf hin, daß die Angaben in der Literatur über die Aufzucht junger Vögel recht unvollkommen und zum Teil auch unzweckmäßig sind. Nach eingehender Schilderung der Unterbringung, Pflege und Fütterung junger Vögel besprach Frau Dr. *Heinroth* verschiedene

biologische Momente. Überhitzung wirkt auf junge Vögel meistens tödlich, während vorübergehende Abkühlung im allgemeinen wenig schadet. Ganz junge Vögel, die bei naßkaltem Wetter völlig verklammt waren und bereits dem Tode nahe zu sein schienen, erholten sich nach genügender Erwärmung sehr schnell. Unter den Nesthockern sperren nur die Singvögel, d. h. sie lassen sich die Nahrung in den weit geöffneten Rachen hineinstecken. Die Ernährung junger Tauben, Papageien und Ziegenmelker erfolgt in der Weise, daß die Alten ihren Kropfinhalt in den Schnabel der Jungen würgen.

Wie Frau Dr. *Heinroth* bei einer im Zimmer geglückten Ziegenmelkerzüchtung beobachten konnte, saugt sich die junge Nachtschwalbe in eigentümlicher Weise an dem Schnabel des alten Vogels fest, indem sie denselben mit ihrem Schnabel erfaßt und sich die Nahrung eintrichtern läßt. Spechte, Wendehälse und Segler schnappen die ihnen vorgehaltene Atzung fort. Raubvögel, Reiher und Störche nehmen die auf den Horstrand gelegten Futterstoffe selbständig auf. Junge Offenbrüter, wie Finken und Grasmücken, betteln sofort um Futter, sobald man das Nest aufdeckt oder dieses berührt, weil sie mit der Erschütterung des Nestes das Anfliegen der nahrungspendenden Eltern verbinden. Da auf diesen Reiz bereits ganz junge Vögel reagieren, so geht daraus hervor, daß es sich nicht um eine erfahrungsmäßige Assoziation, sondern um einen angeborenen Instinkt, der ganz reflektorisch ausgelöst wird, handelt. Junge Höhlenbrüter sperren, sobald ihr Aufenthaltsort verdunkelt wird, weil beim Einschlüpfen der Alten durch die Öffnung der Nistböhle das Licht abgesperrt wird. Die Entleerungen der meisten Nesthocker sind mit einer dünnen Haut umgeben, wodurch den Eltern das Forttragen der Kotballen erleichtert wird. Junge Reiher, Störche und Raubvögel spritzen ihren dünnflüssigen Kot über das Nest hinweg. Zwergrohrdommeln nehmen hierbei eine eigentümliche hängende Stellung ein, indem sie sich mit den Zehen am Nestrand festkrallen, den Schnabel aufstützen und den Körper nach außen senkrecht herunterhängen lassen. Junge Höhlen- und Halbhöhlenbrüter (Eisvögel, Stare, Rotschwänzchen, Sperlinge, Zaunkönige, Laubsänger) entleeren sich stets nach der Lichtseite, wodurch das Innere des Nistraums vor Verunreinigung bewahrt bleibt. Während sich viele Vögel schon im Nest häufig bewegen und ihre Stellung verändern, sitzen andere Arten, wie z. B. der Kuckuck, bis zum Ausfliegen still und fast regungslos. Gleich nach dem Ausfliegen zeigt sich der angeborene Fluchtinstinkt, der vor allen ungewohnten Gegenständen in Erscheinung tritt und bei von Menschenhand aufgezogenen Vögeln sogar auf den Pfleger übertragen wird. Um daher junge Vögel dauernd zahm zu erhalten, muß man die künstliche Fütterungsweise mit der Hand möglichst lange beibehalten. Die Selbständigkeit erlangen aufgepäppelte Vögel im allgemeinen zu demselben Zeitpunkt und in derselben Weise wie in der Freiheit. Aus allen diesen Beobachtungen geht hervor, daß in der Entwicklung und dem ganzen Verhalten junger Vögel die angeborenen, reflexmäßig sich äußernden Instinkte die Hauptrolle spielen, Erziehung und Beispiel der Eltern dagegen nur von untergeordneter Bedeutung sind. — Major *v. Lucanus* legte eine Arbeit Dr. *Stadlers* über den *Zug des Mauerseglers* im Maintal 1916 vor. Der Verfasser beobachtete, daß die Segler im Juni bei naßkaltem Wetter ihr Brutrevier verließen, südwärts zogen und erst nach einer Woche bei günstigerer Witterung zurückkehrten. Die Annahme *Stadlers*, daß die Segler ihre in den Nestern zurückgelassenen Jungen noch lebend angetroffen haben, hielten Major *v. Lucanus* und Dr. *Heinroth* auf Grund ihrer Erfahrungen bei der Aufzucht junger Vögel für nicht zutreffend. Ferner beobachtete Dr. *Stadler* Ende Juli, als der Fortzug der Segler bereits begonnen hatte, noch einige nach Nordwesten ziehende Seglertrupps. Nach *Stadlers* Ansicht befanden sich diese Vögel erst auf dem Hinzug in ihr Brutrevier. Major *v. Lucanus* meinte, daß es sich nur um eine vorübergehende Rückzugserscheinung handelt, wie sie auch von anderen Vogelarten auf der Vogelwarte Rossitten im Herbst wiederholt beobachtet ist, deren Ursache wohl in meteorologischen Verhältnissen liegt.

F. v. Lucanus.

Botanische Mitteilungen.

Die Erwärmungstypen der Araceen und ihre blütenbiologische Deutung. (*E. Leick*, Ber. d. d. bot. Ges. Bd. *33*, 1915.) Schon *Delpino* und *Kraus* haben die Ansicht ausgesprochen, daß die Wärmeproduktion im Araceenkolben ein Mittel zur Insektenanlockung darstellt. *Leick* sucht nun auf Grund ausgedehnterer Beobachtungen diese Theorie im einzelnen auszubauen und vor allem die Entwicklungslinien aufzudecken, die von einfacheren Verhältnissen ausgehend zu den hoch spezialisierten Arumarten führen. Dabei muß neben der Art der Wärmeproduktion natürlich auch gleichzeitig die Blütenmorphologie berücksichtigt werden. *Leick* unterscheidet innerhalb der Familie der Araceen 4 Typen, die eine ansteigende Stufenleiter darstellen: 1. den Monsteratypus, 2. den Philodendrontypus, 3. den Colocasiatypus und 4. den Arumtypus. Der Monsteratypus ist der ursprünglichste. Die Spatha zeigt noch keine Kesselbildung an der Basis, sondern öffnet sich schlitzförmig auf ganzer Länge. Der ganze Blütenkolben ist hier bis zur Spitze mit Blüten bedeckt, weiblichen und männlichen, die bunt durcheinander stehen. An der Wärmeproduktion nimmt ziemlich gleichmäßig der ganze Kolben teil, und die Wärmekurve weist drei aufeinanderfolgende Maxima auf. Das erste Maximum fällt in die Zeit, wo die Narben reif sind und mit fremden Pollen belegt werden können. Das zweite, ausgiebigste Maximum trifft mit der Antherenöffnung zusammen; der dritte, ziemlich schwache Anstieg dient wohl dazu, eine gründliche Ausbeutung der letzten Pollenreserven herbeizuführen. Beim Philodendrontypus ist schon eine Lokalisierung in der Blütenverteilung eingetreten: die männlichen Blüten stehen oben, die weiblichen unten. Außerdem ist die Wärmeproduktion auf die Spitze des Kolbens beschränkt, die infolge ihrer exponierten Lage besonders geeignet für die Anlockung erscheint. Es sind bloß zwei Wärmemaxima vorhanden, von denen das erste mit der Empfängnisfähigkeit der Narbe, das zweite mit der Pollenentlassung zusammenfällt. Der Colocasiatypus stellt schon einen Übergang zum Arumtypus dar. Die Spatha ist in ihrer unteren Region ringsum geschlossen und darüber etwas eingeschnürt, so daß hier schon ein Kessel vorhanden ist, der allerdings nach oben keinen Verschluß durch Sperrhaare trägt. Männliche und weibliche Blüten stehen wie beim Philodendrontypus getrennt, die Pistille im Spathenkessel, die Antheren am frei hervorragenden Teile des Kolbens. Beachtung verdient, daß die männlichen Blüten nach der Spitze zu abortieren. In dieser Zone, aus der sich später bei

Arum der Appendix („Thermophor") entwickelt hat, findet die Haupterwärmung statt. Der männliche und weibliche Teil des Blütenstandes grenzen noch unmittelbar aneinander. Das erste Wärmemaximum erfolgt zur Zeit der Narbenreife. Durch die Wärme des Kolbengriffels werden die Insekten angelockt und dringen nun, dem Dufte nachgehend, in den Spathenkessel hinab. Wenn die Staubbeutel sich öffnen, tritt ein zweiter Anstieg der Wärmeproduktion auf, und diesem können allmählich abklingend 2—3 weitere nachfolgen. Der Arumtypus bildet die höchste Anpassungsstufe. Hier ist der Kessel vollständig zur Falle ausgebildet, indem die Verengung durch umgewandelte Staminodien, die zu Sperrhaaren geworden sind, verschlossen ist. Sowohl die männliche als auch die weibliche Region des Blütenstandes befinden sich innerhalb des Kessels und sind durch einen Zwischenraum getrennt. Der über den Kessel hervorragende Teil des Kolbens, der Appendix, dient ausschließlich der Wärmebildung. Er enthält große Mengen von Stärke, die sehr rasch veratmet wird und dadurch eben die Temperaturerhöhung bedingt. Nach *Kraus* kann in wenigen Stunden 75 % der Trockensubstanz veratmet werden; so wird verständlich, daß bei Arum italicum in extremen Fällen ein Plus von 36° eintreten kann. Die Sperrhaare ermöglichen es pollenbeladenen Dipteren, in das Innere der Falle einzudringen, setzen aber zunächst der Umkehr einen unüberwindlichen Widerstand entgegen. Einmal wurden gegen 4000 Tierchen in einem Blütenstand gezählt. Wenn die Befruchtung durch die umherkrabbelnden Insekten erfolgt ist, dann trocknen die Narben und die Antheren beginnen sich zu öffnen. Gleichzeitig welken die Sperrhaare und die pollenbeladenen Gäste können an anderen Pflanzen neue Befruchtungen vornehmen. Wie man sieht, sind hier also Pollenzufuhr und Pollenabfuhr in einen Akt zusammengelegt. Deshalb ist auch bloß ein ausgeprägtes Wärmemaximum vorhanden. Während des Welkens der Sperrhaare findet noch einmal ein leichter Temperaturanstieg statt, und dies wird von *Leick* dahin gedeutet, daß die Tiere veranlaßt werden sollen, den Kessel zu verlassen und emporzusteigen. Ob die hier vorgebrachten Deutungen durchgängig der Wirklichkeit entsprechen, das muß, wie Verf. mit Recht hervorhebt, erst noch durch eingehende Studien in der Heimat der verschiedenen Aroideen festgestellt werden.

Beiträge zur Biologie einiger geokarper Pflanzen. (*E. Theune*, Beitr. z. Biol. d. Pfl., *13*, 1916.) Unter Geokarpie versteht man die Erscheinung, daß Pflanzen ihre Früchte unter der Erde zur Reife bringen. Dieser seltsame Vorgang, der indes bisher nur bei ca. 20 ausländischen Pflanzenarten, vor allem bei Leguminosen, beobachtet worden ist, kann in doppelter Weise zustande kommen. Entweder werden schon die Blüten unterirdisch angelegt oder aber die Früchte werden erst sekundär von der Pflanze in die Erde hinabbefördert. Im ersten Falle ist natürlich eine Fremdbestäubung ausgeschlossen, die im Boden befindliche Blüte bleibt geschlossen und befruchtet sich selber (Kleistogamie). Beim zweiten Modus biegt sich entweder der Fruchtstiel herab und verlängert sich so lange, bis er in die Erde eindringt und eine bestimmte Tiefenlage erreicht, oder aber es gelangt zwischen Blütenstiel und Samenanlage ein besonderes Axenorgan, der sogenannte „Gynophor" zur Ausbildung. Beachtung verdient, daß dieses Eindringungsorgan ungemein zweckmäßig konstruiert ist, so daß es in geeigneter Weise den Erdwiderstand zu überwinden vermag. Die Spitze ist scharf und straff, scheidet oft eine besondere Quellsubstanz aus, und die Wachstumszone ist — genau wie bei den Wurzeln — sehr kurz und nach vorne gerückt. Außerdem sind die Randpartien des Gynophors häufig durch Festigungsgewebe versteift. Das Wachstum der Früchte erfolgt erst dann, wenn die normale Tiefenlage erreicht ist. Damit ist der Möglichkeit vorgebeugt, daß das Vordringen in die Erde durch das Anschwellen der Früchte gehemmt wird. Übrigens muß hervorgehoben werden, daß beide Formen der Geokarpie mitunter bei ein und derselben Art verwirklicht sind. Dies ist zum Beispiel bei der Erdnuß (Arrachis subterranea) der Fall. Die ökologische Bedeutung der Geokarpie ist noch nicht ganz sichergestellt. Von den meisten Autoren wird die Ansicht vertreten, daß sie einen Schutz gegen Tierfraß darstellt. Jedenfalls verdient aber auch das von *Darwin* vorgebrachte Moment Beachtung, daß die Pflanze auf diesem Wege ihre Samen selbsttätig in ein günstiges Keimbett bringt. So ist es verständlich, daß eine Dünenpflanze, wie Okenia hypogaea, in der Tiefe, wo größere Feuchtigkeit herrscht, leichter auskeimt als an der trockenen Oberfläche. Allerdings muß damit die Pflanze gleichzeitig einen Nachteil in Kauf nehmen: die Nachkommenschaft ist an die Nähe der Mutterpflanze gebunden, und die Verbreitung über weitere Strecken ist in Frage gestellt. In dieser Beziehung ist die vermittelnde Gruppe der „amphikarpen" Pflanzen günstiger gestellt. Ihre Vertreter besitzen zweierlei Früchte, unterirdische und solche, die, wie bei normalen Pflanzen, an der Luft zur Reife gelangen. Im Experiment können geokarpe in amphikarpe, amphikarpe in normale („aerokarpe") Pflanzen verwandelt werden. Dies deutet darauf hin, daß die Geokarpie auf dem Umwege über die Amphikarpie durch besondere äußere Einflüsse aus gewöhnlicher Fruchtbildung entstanden ist. *P. St.*

Die Flora des Buntsandsteins Badens. (*Frentzen*, Mitteil. d. Gr. Bad. Geol. Landesanst. *VIII*, H. 1, 1915.) Die Flora des Buntsandsteins zeichnet sich durch ihre große Armut sowohl an Arten als auch an Individuen aus. Meist treten nur vereinzelte, größtenteils unbestimmbare Pflanzenreste auf, und die Stellen, wo man von einer eigentlichen Flora reden kann, sind sehr beschränkt in Deutschland. Den größten Reichtum weisen die Voltzienschichten in den Vogesen auf, die durch die schöne Monographie von *Schimper* und *Mougeot* bekannt geworden sind. Hier treffen wir 23 Gattungen mit 36 Arten, die vorwiegend den Equisetinen, Filicinen, Lycopodinen und Gymnospermen angehören. Spärlichere Pflanzengesellschaften von demselben Vegetationscharakter sind aus der Rheinpfalz, Eifel, Franken, Hessen und Karlsbad an der Weser beschrieben worden. Dazu gesellt sich als weitere sehr reichhaltige Fundstätte der Kreichgau (Baden), der nun in sehr eingehender Weise von *Frentzen* bearbeitet wurde. Neben einigen verbreiteteren Gattungen wie Equisetum, Schizoneura, Anomopteris, Crematopteris, Otozamites und Voltzia konnten einige Formen nachgewiesen werden, die deshalb von Bedeutung sind, weil sie die Flora des Buntsandsteins mit der älterer Formationen verknüpfen und daher in erfreulicher Weise die Kluft zwischen Paläozoikum und Mesozoikum überbrücken, wofür ja auch von paläozoologischer Seite Tatsachen beigebracht worden sind. Hierher gehören neben Psaronius vor allem die Reste der Lycopodineen: Pleuromoia, Knorria und Lepidostrobus. Daß die Sigillarien und Lepidodendren bis ins Mesozoikum hinein durchgehalten haben, ist ja nicht neu. Eine richtige Sigillarie, Sigillaria oculina Blanck., wird von *Blancken-*

horn für die Flora des oberen Buntsandsteins von Kommern beschrieben, und die Gattung Lepidodendron reicht sogar in der Spezies L. Keuperianum bis in den Keuper hinein. Außerdem wurde bei Bernburg eine altertümliche Buntsandsteinflora festgestellt, die sich lediglich aus 4 Arten der Gattung Pleuromoia zusammensetzt. Vom floristischen Standpunkt aus ist nach all diesen Befunden der Einschnitt eher an die Grenze zwischen Trias und Jura zu setzen, was dadurch gestützt werden kann, daß typische Phanerogamen erst nach diesem Zeitpunkte auftreten. Wichtig sind außer den systematischen Befunden in der Arbeit *Frentzens* vor allem die Betrachtungen, die er an die klimatischen Verhältnisse der Buntsandsteinzeit anknüpft. Das ist ja eine lang umstrittene Frage. Zum ersten Mal wird hier der ökologische Charakter der Flora nach dieser Richtung verwertet. Vor allem fällt der Reichtum an xerophytischen Merkmalen auf. *Frentzen* führt hierfür an: Das dachziegelige Sichdecken der Fiederblätter von Neuropteridinen, die Kantenstellung und Einrollung der Blätter von Crematopteris, die Mikrophyllie von Aetophyllum, Voltzia und Equisetum, die Sklerophyllie bei Neuropteridium, Albertia und Otozamites, die Anlagen zur Wasserspeicherung, die sich in der üppigen Entwicklung des Schwammparenchyms zwischen den Adventivwurzeln von Psaronius kundgeben. Zu diesen Eigenschaften gesellen sich solche, die geeignet sind, die Insolationswirkung und den austrocknenden und scherenden Einfluß des Windes zu dämpfen. So deutet *Frentzen* die vielfach zutage tretende starke Ausbildung des mechanischen Systems, das Auftreten der Buschform (Pinites, Anomopteris), der Rutenform (Aetophyllum) und des Federbuschtypus (Lesangeana). Mit diesem Florencharakter wäre die Annahme vereinbar, daß die Gesellschaft Wanderdünen besiedelte; dagegen spricht aber entschieden, daß feste Verankerungsorgane und Schutzmittel gegen Überschüttung, wie sie viele Dünenpflanzen zeigen, ebensosehr fehlen, wie die Befähigung zu ausgiebiger vegetativer Vermehrung, eine Eigenschaft, die ebenfalls für jene Genossenschaft bezeichnend ist. Auch „physiologisch trockene" Gebiete wie Mangroven und Moore kommen als Heimstätte der Buntsandsteinflora nicht in Betracht; dagegen spricht der gesamte petrographische Charakter der pflanzenführenden Horizonte. *Frentzen* kommt vielmehr zu folgender Annahme: „Entweder handelt es sich um die Vegetation *verfestigter* älterer Dünen (analog der Strandkieferzone in den Ostseeprovinzen) oder um eine Wüstenflora. Für letzteres spräche vor allem das punktweise Auftreten der Buntsandsteinpflanzen. Dabei deuten aber zahlreiche Umstände, vor allem die Überschichtung durch Myophorien und Linguliden führende Sedimente auf Strandnähe. Offenbar erfolgte in — geologisch betrachtet — kurzer Zeit eine Überflutung durchs Meer, die, auf deutschem Boden wenigstens, der Buntsandsteinflora und deren Nachzüglern in der Keuperformation ein Ziel setzte.

Befruchtung und Embryobildung bei Oenothera Lamarckiana und einigen verwandten Arten. (*O. Renner*, Flora, N. F. Bd. 7, 1915.) *de Vries* hat 1911 über interessante Kreuzungsversuche berichtet, die zwischen Oenothera biennis und O. muricata vorgenommen wurden. Es hat sich nämlich gezeigt, daß die beiden reziproken Kreuzungen nicht zum selben Ergebnis führen, sondern daß die Bastarde dem jeweiligen Vater gleichen. Nach den Angaben von *de Vries* sollen sie dann weiterhin bei Selbstbefruchtung konstant sein. *Goldschmidt* hat dann diesen experimentellen Befunden eine besondere theoretische Deutung gegeben. Er nimmt an, daß in diesen Fällen eine Verschmelzung des Eikerns mit dem Spermakern unterbleibt, der Eikern würde vielmehr von der weiteren Entwicklung ausgeschlossen, und es würden bloß mütterliches Plasma und väterlicher Kern in den Zellen der Bastarde zusammenwirken. Auf diese Weise würde nicht nur die angebliche Konstanz der Bastarde, sondern vor allem auch das Ergebnis der doppelt reziproken Kreuzungen eine einfache Erklärung finden. Nach *de Vries* ist hier folgendes Schema gültig:

1) (O. bienn. ♀ × O. mur. ♂) × (O. mur. ♀ × O. bienn. ♂)
↓
O. biennis rein.

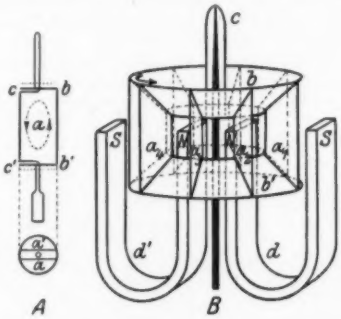
2) (O. mur. ♀ × O. bienn. ♂) × (O. bienn. ♀ × O. mur. ♂)
↓
O. muricata rein.

Es findet also hier Rückkehr zu dem peripheren Großelter statt, nach der Goldschmidtschen Deutung deshalb, weil nun wieder Kern und Plasma der peripheren Komponente zusammenkommen. Nun ist schon den experimentellen Feststellungen an sich von verschiedener Seite widersprochen worden. Nach *Baur* zeigt der Bastard O. muricata × biennis in F_2 kein einheitliches Verhalten, und nach *de Vries'* eigenen späteren Angaben betrifft die Ausschaltung des zentralen Großelters in doppelt reziproken Kreuzungen durchaus nicht alle Merkmale. Dazu konnte aber noch *Renner* in seiner Arbeit den Nachweis erbringen, daß die Goldschmidtsche Hypothese in den cytologischen Vorgängen des Embryosacks keinerlei Stütze findet. Bei den Kreuzungen O. biennis × muricata, muricata × biennis, ebenso wie bei den Verbindungen biennis × Lamarckiana und Lamarckiana × biennis findet normale doppelte Befruchtung statt. Die Chromosomenzahl im Embryo und Endosperm ist diploid, und die entgegenlaufenden Angaben Goldschmidts beruhen auf einem Irrtum. Wichtig ist aber, daß der Eintritt der Befruchtung keineswegs eine normale Weiterentwicklung des Embryos verbürgt. Während z. B. aus der Kreuzung O. biennis × Lamarckiana lauter gesunde Samen hervorgehen, liefert die reziproke Kreuzung O. Lamarckiana × biennis bloß 50 % normale Samen, die andere Hälfte bleibt taub. Auf diese Weise findet das verschiedene Verhalten der Nachkommenschaft der beiden Kreuzungen eine befriedigende Erklärung. *de Vries* fand nämlich, daß aus der Vereinigung O. biennis × Lamarckiana zwei verschiedene Formen hervorgehen, die er als velutina und laeta bezeichnet; die Kreuzung O. Lamarckiana × biennis dagegen ist einförmig und erzeugt eine Form, die der velutina entspricht. Offenbar stellen die 50 % nichtentwicklungsfähiger Samen die andere Komponente dar. Dafür spricht die Tatsache, daß eine besondere Form von biennis, biennis Chicago, auch dann in F_1 zwei Bastardtypen entwickelt, wenn biennis Vater ist. Die der laeta entsprechende Komponente zeichnet sich aber durch auffallende Schwächlichkeit aus. *Renner* vertritt nun den Standpunkt, daß diese Spaltungen, die nicht nur bei O. Lamarckiana, sondern in derselben Weise auch bei O. nanella und O. rubrinervis auftreten, darauf beruhen, daß diese Arten im laeta-velutina-Merkmal heterozygotisch sind. „Eine biennis × Lamarckiana-Zygote, die den Faktor L (laeta) besitzt, wird laeta, eine andere, die aus dem Pollen von Lamarckiana den Faktor l erhält, wird velutina." Wenn dies richtig wäre, dann müßte O. Lamarckiana bei Selbstbefruchtung 50 % Ll und zu je 25 % ll und LL liefern, also ¼

homozygotische velutina und ¼ homozygotische laeta. Diese müßten, mit Pollen von O. biennis befruchtet, reinen velutina- bzw. laeta-Linien den Ursprung geben. Tatsächlich ist aber bisher ein solches Verhalten noch nicht beobachtet worden. Aber es gelang *Renner*, festzustellen, daß 50 % der selbstbefruchteten Samen taub sind. Offenbar gehen also die Homozygoten zugrunde, sie sind aus irgendwelchen Gründen nicht existenzfähig. Dieser Schluß gewinnt an Überzeugungskraft dadurch, daß bei O. nanella und O. rubrinervis ebenfalls die Hälfte der Samen verkümmert. Auf diese Weise ist es möglich — und darauf beruht die Bedeutung der Rennerschen Arbeit —, durch Zygotenausfall verkappte Mendelspaltungen aufzuklären. Dafür werden noch weitere Belege angeführt. Hierher gehört z. B. die Erscheinung, daß die eingangs erwähnten, scheinbar einheitlichen patroklinen Bastarde O. biennis × muricata und muricata × biennis dauernd taube Samen abspalten, und zwar wiederum im Verhältnis 1 : 1; also auch hier Heterozygoten. Diese Bastarde sind von hoher Bedeutung für das Problem der O. Lamarckiana. „Sie zeigen, daß durch Verbindung zweier vollkommen fertiler Arten heterozygotische Konstruktionen entstehen können, die unter Zygotenausschaltung dauernd heterozygotisch bleiben. Damit hat die Vermutung, die O. Lamarckiana sei durch Kreuzung hervorgebracht, eine neue Stütze gefunden." Es wäre wünschenswert, von dieser neuen Warte aus einen größeren Kreis von O-Arten und -Bastarden auf sein Keimungsvermögen zu untersuchen. Es liegen Anhaltspunkte dafür vor, daß dann weitere Fälle von innerlich bedingter Hemmung zutage treten werden. Natürlich darf aber nur dann auf genotypische Ursachen geschlossen werden, wenn die Vorgänge festen Zahlengesetzen folgen. *P. St.*

Physikalische und technische Mitteilungen.

Einen neuen **thermoelektrischen Effekt** hat *Carl Benedicks* entdeckt. Dieser Effekt beruht auf der von ihm beobachteten Erscheinung, daß die thermische Leitfähigkeit der Metalle nicht unabhängig von den Dimensionen der leitenden Metallstücke ist. Er verglich nämlich die Leitfähigkeit eines Bündels von 1755 feinen Kupferdrähten von 0,07 mm Durchmesser, die durch Schmelz voneinander isoliert waren, mit der eines homogenen, massiven Kupferzylinders von gleichem Querschnitt. Das Drahtbündel und der Zylinder wurden beide an einen Kupferblock angelötet, der erhitzt wurde. Mit ihrem anderen Ende wurden sie an zwei völlig gleiche Kupferzylinder angelötet, die mit Cu_2HgJ_4 überzogen waren (dieser Stoff wechselt bei 71° seine Farbe von rot zu schwarz). Hierbei ergab sich, daß die Isothermen von 71° bei dem Drahtbündel ständig um 12 mm zurückblieben. Da nun Drahtbündel und massiver Zylinder die gleiche elektrische Leitfähigkeit besitzen, so muß das Wiedemann-Franzsche Gesetz bei der Unterteilung der Metalle seine Gültigkeit verlieren. Diese Beobachtung veranlaßte *Benedicks* zu weiteren Versuchen. Er stellte den Seebeckschen Versuch in der Weise an, daß er den nicht homogenen Stromkreis durch einen homogenen ersetzte, bei dem der eine Schenkel aus geteiltem Kupfer (1500 Drähte von 0,07 mm Durchmesser) bestand, und erhielt Ablenkungen des astatisch aufgehängten Systemes bis zu 25°. Hiernach baute er einen Apparat (Fig. A), bei dem eine kleine Vorrichtung aus Kupfer in einem horizontalen Magnetfeld aufgehängt wurde. Diese Vorrichtung besteht aus zwei Rechtecken *a*, *a'*, an deren Enden zwei Kupferscheiben *b*, *b'* mit ihren rechten Hälften angelötet sind, so daß die linken Hälften frei bleiben. Wurde die obere Scheibe *b* erhitzt durch einen darüber gehaltenen Draht *c* mit Hilfe eines schwachen hindurchgeschickten Stromes, so konnte man mittels eines Spiegels eine Drehung des Systems beobachten, die in solchem Sinne erfolgte, als ob in *a*, *a'* ein thermoelektrischer Strom in solcher Richtung kreiste, daß durch den Thomsoneffekt die scheinbare thermische Leitfähigkeit der Platten *a*, *a'* vermehrt wird. Bei Erhitzung der Platte *c'* erfolgt die Drehung des Systems in umgekehrter Richtung. Ebenso wird sie umgekehrt durch Umkehrung des Magnetfeldes. Ersetzt man das Kupfer durch Konstantan, so gehen alle Drehungen in entgegengesetztem Sinne wie beim Kupfer vor sich, sind aber viel größer. Dagegen läßt sich beim Blei keinerlei Drehung beobachten. Diese Beobachtungen sind ihrem Werte nach genau von der Größenordnung, wie sie ein Effekt, der die Umkehrung des Thomsoneffektes darstellt, haben müßte; denn die



Koeffizienten des Thomsoneffektes betragen für Kupfer + 0,38, für Konstantan — 5,50 und für Blei 0,0 Mikrokalorien für ein 1 Coulomb. Der beobachtete Effekt ist so bedeutend, daß es möglich war, ihn zum Bau eines *Wärmemotors* zu benutzen, wie ihn Fig. B. darstellt. Acht Kupferblättchen a_1, a_2, ..., a_8 sind an zwei Kupferringe *b*, *b'* gelötet und dieses System, welches die Gestalt eines Wasserrades hat, ist mit Hilfe eines an *b* befestigten geschlossenen Glasrohres auf eine Spitze gelagert, um die es sich drehen kann. *d* und *d'* sind zwei symmetrisch zur Drehungsachse angebrachte Magnete. Wenn man *b* leicht erhitzt, z. B. durch Bestrahlung mit einer Nernstlampe, die auf 1 cm genähert wird (die Außenflächen von *b* und *b'* sind geschwärzt), so *beginnt sich das Rad zu drehen*. Bei Erhitzung von *b'* dreht sich das Rad in entgegengesetztem Sinne. Macht man das Rad aus Konstantan, so gehen die Drehungen in umgekehrter Richtung wie beim Kupfer vor sich. *Benedicks* will diese Erscheinungen in der Weise erklären, daß in homogenen Metallen, wenn sie ungleichmäßig erwärmt werden, starke elektrische Ströme auftreten, die vermöge des Thomsoneffektes einen sehr bedeutenden Transport von Wärme bewirken. Die Beziehungen dieses neuen thermoelektrischen Effektes zu den drei andern seit langer Zeit bekannten Effekten stellt folgende Tabelle dar:

	Stromkreis nicht homogen	Stromkreis homogen
Eine Temperaturdifferenz erzeugt einen elektrischen Strom	*Seebeck* (1823)	*Benedicks* (1916)
Ein elektr. Strom erzeugt eine Temperaturdifferenz .	*Peltier* (1834)	*Thomson* (1856)

In dieser Tabelle ist zu bemerken, daß die Effekte der zweiten Reihe (*Peltier, Thomson*) schwerer zu beobachten und auch zu messen sind als die Effekte der ersten Reihe, welche physikalisch von größerer Bedeutung sind. Zu den zahlreichen Folgerungen, zu welchen die Entdeckung dieses neuen Effektes führen wird, muß man auch seinen voraussichtlich sehr großen Einfluß auf den magnetischen Zustand der Erdkugel, deren Inneres als metallischer Leiter anzusehen ist, rechnen (*C. R. 163*, 753, 1916).

Eine **Leistungsverschlechterung der englischen Industrie** in gewissen Zweigen soll **durch den Krieg,** nach einer Rede, die *Glazebrook*, der Direktor des englischen Physikalischen Staatslaboratoriums (National Physical Laboratory), am 4. Dezember im Birmingham- und Midland-Institut gehalten hat, eingetreten sein. In dieser Rede behandelte *Glazebrook* die Beziehungen seines Institutes zu Wissenschaft und Industrie, zwischen denen es die Vermittlung herstellen solle. Er berichtete, daß das Staatslaboratorium seit Beginn des Krieges ganz in den Dienst der Militärbehörden gestellt sei. So seien in ihm während der letzten 15 Monate 250 000 Instrumente für das Kriegsamt geprüft worden. Daneben habe aber auch die Tätigkeit für Private nicht geruht. In dem am 31. März 1916 abgeschlossenen Berichtsjahr seien 75 000 Instrumente für Privatleute geprüft worden. Darunter befand sich eine Art von Instrumenten, die zu gewöhnlichen Zeiten in großer Zahl der Prüfung unterzogen wurden und hierbei im Durchschnitt weniger als 1 %, etwa 7- bis 8 Tausendstel, Ausschuß aufgewiesen hatten. Unter dem Drange der Not waren diese Instrumente zu Beginn des Krieges ungeprüft in Gebrauch genommen worden. Als dann später wieder Prüfungen dafür eingeführt wurden, fanden sich unter den ersten Losen 18 % Ausschuß, also 25-mal mehr als früher (*Engl. Mech. and World 104*, 409, 1916).

Eine Gruppeneinteilung der Spektrallinien des Eisens hat *G. A. Hemsalech* unternommen. Diese an Zahl mehr als 4700 betragenden Linien will er nach Maßgabe der Wirkungen, welche thermische und chemische Einflüsse auf sie ausüben, unterscheiden. Man hat in früheren Untersuchungen die Eisenlinien in zwei Gruppen geteilt, je nachdem sie im Bunsenbrenner aus dem inneren Kegel oder aus der eigentlichen Flamme stammten. Die letzteren treten in verstärktem Maße in Eisenspektren auf, die in Flammen von höheren Temperaturen erzeugt werden, während die Linien des inneren Kegels mehr zurücktreten. Die der Flamme angehörenden Linien kann man als Grundspektrum und die des inneren Kegels als Ergänzungsspektrum betrachten. Das Grundspektrum ist dann auf thermische Wirkungen zurückzuführen und das Ergänzungsspektrum auf chemische Wirkungen. Die neueren Untersuchungen von *Hemsalech* haben nun ergeben, daß schon das Grundspektrum sich aus zwei verschiedenen Arten von Strahlen zusammensetzt, von denen die eine besonders empfindlich gegen chemische und die andere gegen thermische Wirkungen ist. So ergeben sich drei Klassen von Strahlen. Die erste hiervon umfaßt die Strahlen, die im Bunsenbrenner von der äußeren Flamme erzeugt werden und sich in Flammen höherer Temperatur sehr verstärkt zeigen. Sie sind also besonders empfindlich gegen thermische Einwirkungen. Ihr gehören z. B. an die Linien 3860, 3920, 4376. Die zweite Klasse bilden die Strahlen, die durch chemische Wirkungen entstehen und sehr ausgeprägt im äußeren Kegel, dagegen schwach in der Flamme sind, z. B. die Triplets 4046 und 4384. Die dritte Klasse endlich umfaßt das Ergänzungsspektrum, also die eigentlichen Strahlen des inneren Kegels; Beispiele 3936, 4119, 4957. In jeder dieser drei Klassen lassen sich besondere Gruppen von je 3, 4 oder mehr Strahlen unterscheiden, die sich nach einem bestimmten, aber noch unbekannten Gesetze verteilen, die Verteilung ist aber eine solche, daß merkwürdigerweise in den Gruppen der ersten und zweiten Klasse die Linien gegen Rot dichter zusammenrücken, in denen der dritten Klasse aber gegen Violett hin. (*C. R. 163*, 757, 1916.)

M.

Die Gleichrichterwirkung des Siliziumdetektors ist nach Versuchen von *Austin* aus dem Jahre 1908 proportional dem Quadrat des Wechselstromes. Da sich seine Messungen aber nur bis zu Frequenzen von 140 000 erstreckten, haben *L. S. Mcdowell* und *F. G. Wick* dieselben neuerdings (*Phys. Rev. 8*, S. 133, 1916) bis zu höheren Frequenzen (etwa $3 \cdot 10^8$) fortgesetzt. Ihr Erreger bestand aus einem Aluminiumfunken unter Petroleum mit zwei horizontalen Drähten als Antenne; der Empfänger war darauf abgestimmt. Die Schwächung der auffallenden elektrischen Energie erfolgte durch einen Schirm von parallelen Drähten, welcher in verschiedene Lagen gestellt wurde. Die Versuche ergaben auch bis zu diesen hohen Frequenzen, daß der durch den Siliziumdetektor gleichgerichtete Strom proportional dem Quadrat des ihn durchfließenden Wechselstromes ist.

Die beim Zusammenstoß zweier Kugeln auftretenden **Schallerscheinungen** sind von *S. Banerji* (*Phil. Mag. 32*, S. 96, 1916) näher untersucht. Zur Messung der Schallstärke benutzte er einen auf dem ballistischen Prinzip beruhenden Apparat. Dieser besteht aus einem hornartigen Empfänger, dessen eines Ende durch eine Glimmerscheibe verschlossen ist, in deren Mittelpunkt eine scharfe Metallspitze befestigt wird. Diese berührt einen leichten, um eine Achse drehbaren Spiegel, welcher durch eine kleine Spiralfeder (ähnlich wie bei den Drehspulinstrumenten) in seiner Ruhelage gehalten wird. Die Prüfung dieses Apparates ergab, daß die ballistischen Ausschläge des Spiegels der Intensität des Schalles proportional sind. Es wurde zunächst festgestellt, daß dieselbe nach den einzelnen Richtungen sehr verschieden ist. Wie zu erwarten war, ist sie am größten in der Stoßlinie; sie nimmt dann allmählich bis auf einen verschwindend kleinen Betrag ab, und zwar liegt dieses Minimum auf der Oberfläche eines Kegels mit einem Halbwinkel von 67°; darauf steigt sie wieder an und erreicht ein zweites flacheres Maximum in der Ebene senkrecht zur Stoßlinie. Die Intensität nimmt ferner ab mit dem Quadrat des Abstandes von dem Berührungspunkte der beiden Kugeln und ist, gleiches Material vorausgesetzt, der vierten Potenz der Radien sowie dem Quadrat der Geschwindigkeitsänderung der stoßenden Kugeln proportional.

Der **Widerstand dünner** durch Kathodenzerstäubung erhaltener **Metallschichten** ist eine sehr inkonstante

Größe. Um ganz reine Verhältnisse zu erhalten, hat *E. W. Hobbs* (*Phil. Mag. 32*, S. 141, 1916) die Widerstandsänderungen an Schichten von Platin und Palladium verfolgt, die nach der Zerstäubung dauernd im Vakuum blieben. Er fand, daß der Widerstand abnimmt und einem konstanten Endwerte zustrebt, der aber auch nach einigen Tagen noch nicht erreicht war. Dieser Alterungsprozeß war von der Schichtdicke unabhängig. Beim Zulassen von Luft wächst der Widerstand wieder infolge von Gasaufnahme durch das Metall. Dieselbe Erscheinung kann auch beim Zulassen von Wasserstoff auftreten; durch die Wärmeentwicklung, welche bei der Absorption oder durch die infolge der katalytischen Wirkung des Metalles eintretende Verbindung des Wasserstoffs mit Spuren von Sauerstoff eintritt, kann aber auch eine Abnahme des Widerstandes erfolgen.

Glaströge ohne Kittung. Die bisher zu Absorptionsversuchen oder anderen optischen Messungen verwendeten Glasgefäße leiden an dem Übelstande, daß der Kitt von manchen Flüssigkeiten angegriffen wird, so daß die Tröge dadurch undicht werden oder auch ganz auseinanderfallen. Davon sind auch die durch eine Art Emaille im Ofen gekitteten Tröge nicht immer frei. Ferner können durch die Kittung ziemliche mechanische Zugkräfte entstehen, welche in dem Glase innere Spannungen und damit Doppelbrechung hervorrufen. Frei von diesem Übelstande soll das von *R. G. Parker* und *A. J. Dalladay* (*Phil. Mag.* [6] *33*, S. 276, 1917) angegebene Verfahren sein, wobei die Gefäßwände durch eine geeignete Wärmebehandlung verbunden werden. Hierzu werden die zu vereinigenden Teile genau eben bzw. auf genau denselben Krümmungsradius geschliffen, poliert und in optischen Kontakt gebracht, so daß sie also keine Interferenzfarben zeigen. Sie haften dann zwar schon ziemlich fest aneinander, lassen sich aber durch verhältnismäßig kleine mechanische Kräfte sowie durch Temperaturänderungen oder Flüssigkeiten, die sich kapillar dazwischen saugen, wieder trennen. Die so vorbereiteten Gefäße werden nun zwischen Metallplatten mit einem gewissen Druck zusammengepreßt und dann in einem elektrischen Ofen langsam (1 bis 2° Temperaturanstieg/Minute) bis auf etwa 60 bis 70° unterhalb der Erweichungstemperatur erhitzt, das ist derjenigen Temperatur, bei welcher das Glas so weich ist, daß die inneren Spannungen in sehr kurzer Zeit verschwinden. Bei einem bestimmten benutzten Spiegelglas lag dieser Punkt bei etwa 600°. Auf der Temperatur von 530° wurde das Glas dann eine Stunde lang gehalten, wobei sich die verschiedenen Platten zu einem nicht mehr zu trennenden Stücke vereinigten. Dabei ist das Glas aber noch so hart, daß während dieser Zeit keine merklichen Deformationen auftreten, so daß ursprünglich parallele Flächen auch nach der Wärmebehandlung einander parallel bleiben, und daß auch im allgemeinen keine Nachbearbeitung notwendig ist. Der so hergestellte Trog wird dann im Ofen langsam gekühlt. Durch die Geschwindigkeit der Abkühlung hat man es in der Hand, etwaige innere Spannungen auf ein für den praktischen Gebrauch unschädliches Maß herabzusetzen. Auch die Herstellung von Polarisationsröhren mit fest damit verbundenen Verschlußplatten ist auf diese Weise gelungen. Ebenso soll sich geschmolzener Quarz bei einer Temperatur von 1100° vereinigen lassen. Die Methode läßt sich auch auf die Vereinigung von Gläsern von verschiedenem Typus verwenden, wenn die Erweichungstemperaturen nicht zu weit auseinander liegen. Die Verschiedenheit ihrer Ausdehnungskoeffizienten ist nicht störend, wenn man die Gläser unter genügendem Druck bei der Erwärmung zusammenhält, doch werden in diesem Falle bei der Abkühlung immer Spannungen auftreten. Für die Herstellung von Objektiven dürfte demnach dieses Verfahren nicht geeignet sein.

Thermische Diffusion. In gleichförmigen Gasgemischen kann auch bei Abwesenheit aller eine Diffusion bewirkenden Mittel eine solche auftreten, wenn ein Temperaturgefälle vorhanden ist (*S. Chapman* und *F. W. Dootson*, *Phil. Mag.* [6] *33*, S. 248, 1917), und zwar wandern die schwereren Moleküle in der Richtung abnehmender Temperatur. Dies ließ sich auch an Mischungen aus Wasserstoff und Kohlendioxyd bzw. schwefliger Säure experimentell bestätigen. Die stärkste Diffusion muß nach der Theorie eintreten, wenn die Gase zu etwa gleichen Volumenteilen gemischt sind. Sie wächst mit der Größe der Moleküle und hängt von der Natur der Moleküle ab.

Gasspektra im hohen Vakuum. Da im sehr hohen Vakuum die Ionen nur selten Gelegenheit haben, mit den Gasmolekülen zusammenzustoßen und sie zu ionisieren, so müssen hier einfachere Verhältnisse für die Emission der Spektrallinien vorliegen. In der Tat erleidet auch das Spektrum der Luft bei einem Druck von $^1/_{100}$ mm eine plötzliche Änderung und reduziert sich bei etwa $^1/_{1000}$ mm auf vier der ursprünglichen Linien. Im Magnetfelde scheint auch eine kleine Linienverschiebung aufzutreten, wie sie durch die Vorstellung über das elektromagnetische Feld des Atoms gefordert wird. (*D. N. Mallik* und *A. B. Das*, *Phil. Mag.* [6] *33*, S. 253, 1917). *B.*

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Der **Goetheschen Farbenlehre** hat sich in den letzten Jahrzehnten das Interesse der Naturforscher in viel höherem Maße und mit einem ganz anderen Grad der Bewertung zugewandt als früher. Es ist bekannt, wie schmerzlich *Goethe* die schroffe Ablehnung empfand, die seine Farbenlehre bei den zünftigen Gelehrten seiner Zeit erfuhr. Es ist bei den reinen Physikern freilich auch heute noch nicht anders und es wird wohl auch so bleiben; denn die Auffassung *Goethes* von der physikalischen Natur der Farben ist mit dem Standpunkte der Physiker schlechterdings unvereinbar. Um so bereitwilliger kommen heute die Physiologen der Farbenlehre *Goethes* entgegen. Seit *Hering* seine physiologische Farbenlehre auf einer Grundlage errichtet hat, die ganz an Goethesche Ideen anknüpft, hat sich mehr und mehr der Gedanke Bahn gebrochen, daß der Schwerpunkt der Farbenlehre *Goethes* durchaus auf physiologischem Gebiete liegt, und daß sie nur von diesem Gesichtspunkte aus gelesen und bewertet werden darf. *Stilling* hat das zuerst in seinem Goethe-Vortrag vom Jahre 1898 ausgesprochen. *Kalischer* und *W. König* haben die gleiche Anschauung vertreten. Im neuesten Jahrbuch der Goethe-Gesellschaft hat *E. Rachlmann* diesen Gedanken von neuem und in besonders scharfer Zuspitzung ausgeführt. Er sagt geradezu: Die Farbe *Goethes* ist die Kontrastfarbe, und er vermittelt diese Auffassung dem Verständnis, auch der Laien, sehr geschickt und in eigenartiger Weise, indem er seinem Aufsatze zwei Farbentafeln anfügt, mit denen der Leser unmittelbar die Versuche über den nachfolgenden und den gleichzeitigen Kontrast selber anstellen kann. Wie weit das Interesse an *Goethe* und seinen Schöpfungen geht, zeigt der Um-

stand, daß selbst im Schützengraben nicht bloß der Faust, sondern auch *Goethes* naturwissenschaftliche Arbeiten, darunter auch seine Farbenlehre, gelesen werden. Im Hinblick darauf hat der Verlag von Fr. Vieweg & Sohn in Braunschweig die beiden schönen Goethe-Vorträge von *Helmholtz:* „Goethes naturwissenschaftliche Arbeiten" und „Goethes Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen" in einem billigen Sonderheft, gewissermaßen als Feldausgabe erscheinen lassen. Es wäre nicht übel, wenn der Verlag des Goethe-Jahrbuches sich entschlösse, auch den Raehlmannschen Aufsatz in gleicher Weise als Sonderdruck herauszugeben. *W. K.*

Eine kleine Schrift von *R. Ranninger* über **Die Kultur des Mohns** (*Mitteilungen des Deutschen L. G. f. Österr.*) stellt eine Pflanzenbaulehre über Mohn dar und bringt eine Reihe wertvoller Forschungsergebnisse für die Praxis. Nach der üblichen Behandlung von Boden, Düngung, Vorfrucht und Bodenbearbeitung wird der Mohnkapsel ein größeres Kapitel gewidmet. *Ranninger* hat auf Grund seiner Studien beim Waldviertler Mohn vier Haupttypen gefunden, von denen der Typus D mittlerer Größe den meisten Sameninhalt aufweist, und zwar 7—9 g. Durch Züchtung ist es bereits gelungen, den Ertrag pro Kapsel auf etwa 7 g zu bringen, obwohl der Sameninhalt einer Kapsel in den gewöhnlichen Mohnfeldern zwischen 0—2—5—7 g schwankt. Wichtig ist ferner die durch Versuche festgestellte Tatsache, daß in violetten Kapseln infolge größerer Wasseraufnahme und langsamerer Wasserabgabe die Samen bedeutend leichter auswachsen als in gelblich bis braunen Kapseln. Im Teil „Saat" wird der Reihensaat das Wort gesprochen, und auf Grund von Reihenweitenversuchen kommt der Verfasser zur Meinung, daß der *Verband* 30 : 20 am besten sein wird. Ausführlich wird dann noch das Kapitel „Kulturarbeiten und Pflege" sowie die Ernte und Aufbewahrung behandelt. Autoreferat.

Zur Frage der extraintestinalen Verdauung bei einigen Raubinsekten. Die Verdauung der Raubinsekten hatte man den Untersuchungen *H. Jordans* zufolge („Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere 1913 *I.*, S. 542") zusammenfassend als extraintestinal bezeichnet. *Jordan* hatte seinerzeit an *Carabus auratus L.* seine Untersuchungen angestellt und im Kropf von Tieren, die eben reichlich gefressen hatten, keinerlei Fleischteile entdecken können. *Anton Krausse* (Eberswalde) hat eine Nachprüfung dieser Befunde *Jordans* durch Kropfuntersuchungen einiger *Carabiden* vorgenommen und berichtet darüber in der *„Zeitschr. für allgemeine Physiologie"* (Bd. *17*, 1916, Heft 2): *Krausse* hat einem Weibchen von *Broscus cephalotes L.*, einem kleinen *Carabiden*, eine lebende Larve einer Blattwespe (*Lyda stellata Chr.*) angeboten, die sofort von der Pinzette weg angenommen wurde. Der Käfer biß ein Stück aus der Ventralseite der Larve heraus, zerkleinerte dieses und wälzte ein solches Teilstück minutenlang zwischen Mandibeln und Maxillen herum, um es dann zu verschlucken. Der Käfer wurde daraufhin sofort getötet, die Kropfuntersuchung ergab große Stücke von Chitin und Muskelfasern. Ähnliche Befunde zeitigten Fütterungsversuche und darauf sofort vorgenommene Kropfuntersuchungen an einem Männchen von *Pterostichus niger Schall.* und an einem Weibchen von *Calathus fuscipes Goeze.* Allerdings schien bei den beiden letzteren *Carabiden* die Verdauung der Muskelzellen sehr viel schneller vor sich gegangen zu sein, da sich im Kropf nur mehr wenige Überreste von Muskelfasern nachweisen ließen. Es dürfte demnach hier auch extraintestinale Verdauung in Betracht kommen, wenn auch in verschieden hohem Grade. Jedenfalls ist bei derlei Untersuchungen, abgesehen davon, daß man den Versuchstieren tunlichst natürliches Futter anzubieten bestrebt sein muß, auch noch darauf streng zu achten, daß die Tiere, welche zu den Experimenten herangezogen werden sollen, vorher genau bestimmt werden; denn Verallgemeinerungen sind hier sicher unstatthaft. *H. W. Fr.*

Die Ostgrenze der Gartenamsel. Die Grenzen der Tierverbreitung haben in geschichtlicher Zeit unter dem Einflusse der menschlichen Kultur wesentliche Verschiebungen erfahren. Auch in der Lebensweise mancher Tiere haben sich in des letzten Jahrhunderts Spanne sehr bemerkenswerte Veränderungen vollzogen. So war die Amsel oder Schwarzdrossel (*Turdus merula*), deren „melodienreiches Flöten die Poesie des Vogelgesanges bis mitten in die Großstadt hineinträgt", in Deutschland ursprünglich ein im dichten Gebüsch nistender Waldvogel von großer Scheuheit. Erst allmählich hat sie die günstigen Existenzbedingungen in der Nähe der menschlichen Siedlungen ausgenützt und ist so zu einem Bewohner der Gärten und Parkanlagen geworden. Die Einwanderung in die Städte war für die Schwarzdrossel mit einer vollständigen Änderung ihrer Lebensgewohnheiten verbunden; vor allem hat sie sich aus einem Zugvogel zu einem typischen Standvogel entwickelt. Aber auch durch andere biologische Merkmale lassen sich Waldamsel und Gartenamsel unterscheiden. Im Weichselgebiet hat die Schwarzdrossel ihre ursprüngliche Lebensweise beibehalten. Während meines vorjährigen Aufenthalts in Polen habe ich dem Verhalten der Amsel besondere Aufmerksamkeit geschenkt, aber nirgends in einem Garten ein brütendes Pärchen gefunden. Selbst in den ausgedehnten Parkanlagen von Warschau und Lodz suchte ich sie vergebens. Nur äußerst selten wird in Polen ein Exemplar auch im Winter angetroffen. Diese Beobachtungen stimmen mit den Berichten überein, die aus den östlichen Provinzen Preußens vorliegen. In Ostpreußen ist nach *Tischler* nur die Waldamsel vertreten, während in *Speisers* „Tierwelt Westpreußens" Turdus merula zu den Bewohnern des Gartens gerechnet wird. *Voigt* hat Gartenamseln im Park von Oliva und in Zoppot beobachtet. In der Umgebung von Posen kennt *Schulz* die Amsel nur als Waldvogel, in Lissa i. P. hat sie sich nach *Kayser* dagegen bereits dem Stadtleben angepaßt. Wie ich an anderer Stelle ausführlich nachgewiesen habe, ist in Schlesien die Haupteinwanderung der Amsel in die Gärten und Parkanlagen um das Jahr 1890 erfolgt. Abgesehen von den Sudeten wird sie nur noch in der Umgebung von Ratibor und auf der rechten Oderseite Oberschlesiens als Waldvogel angetroffen. Die Ostgrenze der Gartenamsel wird also gegenwärtig etwa durch eine Linie bezeichnet, die von Zoppot über Lissa i. P. nach Ratibor läuft. Meine Beobachtungen in Schlesien deuten darauf hin, daß diese Grenze ständig nach Osten verschoben wird. Man darf daher vermuten, daß im westlichen Teile der mittelpolnischen Ebene, besonders in den Städten des Weichseltales, vielleicht schon in naher Zukunft Gartenamseln auftreten werden. *F. Pax, Breslau.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9 — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW